

关于源讯

源讯是全球数字安全和数字化零碳领域的倡导者。集团拥有111,000名员工，年收入超过110亿欧元。在网络安全、云计算和高性能计算方面，为71个国家的不同行业提供定制化端到端解决方案。作为脱碳服务和产品的先驱，源讯致力于为客户提供安全和数字化净零服务。源讯在巴黎泛欧交易所上市，并被纳入CAC 40 ESG和Next 20巴黎股票指数。

源讯的愿景是帮助设计数字空间的未来。利用我们的专业知识和服务以多元文化的方式发展知识、教育和研究，并为科学和技术的卓越发展作出贡献。

在全球范围内，源讯使客户、员工以及其他社会成员在更安全可靠的信息空间中实现可持续地生活、工作和发展。

联系我们 源讯中国

北京市朝阳区望京中环南路7号B楼
enquire.china@atos.net
+86(10) 69115500

Atos is a registered trademark of Atos SE. March 2022.
© Copyright 2022, Atos SE. Confidential Information owned by Atos group, to be used by the recipient only. This document, or any part of it, may not be reproduced, copied, circulated and/or distributed nor quoted without prior written approval of Atos.

CT-220325-RD-unlocking-virtual-dimensions

2026之旅
未来愿景

解锁 虚拟维度

Thought
Leadership **Atos**

目录

前言	03
企业领导者须知	04
愿景	08
落实愿景	19
扩展物理边界	
增强型人类和协作机器人	24
边缘和集群	26
大规模增材制造	28
弱势群体的医疗服务	30
真实的碳足迹	32
跨越鸿沟	
网络人工智能之战	36
数字化弹性：反脆弱之道	38
经济模式对技术和社会的影响	40
技术和监管	42
重新审视企业数字责任	44
数字化的社会影响	46
全新的虚拟范式	
以时机为中心的市场	50
改变通信规则	52
商业生态系统平台	54
重新定义通信模式	56
量子技术	58
迈向通用人工智能	60

前言

欢迎加入“2026之旅”！技术发展趋势将如何塑造不断发展的商业和社会？来自Atos科学社区的专家们将为您全面开启解锁虚拟维度的旅行。我们构想了一种可能的未来愿景，并将在此次旅程中带您了解实现愿景过程中可能出现的挑战和机遇。

在疫情推动所有商业领域发生巨大变化并大大加速数字经济崛起的背景下，我认为大家比以往任何时候都更加需要这样一个愿景。

目前，全球领导者的言论大多指向了这样一个事实：我们生活的这个时代正在经历一场深刻的变革。气候变化、全球疫情、经济全球化和主权等领域的挑战，都需要一种新的方法来帮助解决，并且我们都必须迅速学会如何应对。如果无法以不同的方式思考和行动，那么就有可能产生持久性和破坏性的后果。然而，从历史上看，我们比较容易受到所谓的传统智慧的局限，即便涉及新技术的应用，尤其是在商业模式、价值和伦理领域。

我们都认为我们对自己生活的这个世界有着很好的了解，然而现实却是，自然世界的许多领域仍然有待我们探索和认识，包括深海、外太空、人类大脑的90%和我们所生成数据的80%。我们希望与这个时代的这些巨大挑战作斗争，其中大部分挑战限于物理的领域，那么我们是否需要着手探索技术助力的虚拟维度以获得未来的增长机会呢？到目前为止，数字化在我们已经取得成就的各个领域发挥了巨大的变革性作用，但是，若要继续为这个有穷的世界创造效益，那么我们是否必须突破它的一些物理界限呢？

Atos科学社区专家提出，“解锁虚拟维度”可以为全新的关系、业务、甚至存在模式提供潜在的可能性。“2026之旅”蕴含了强大的研究和思想领导力，它深入探索了我们可以如何扩展物理世界的现有界限，以及当我们进入新的虚拟运营模式时，我们必须如何妥善处理其社会、伦理和经济后果。我敢肯定，“2026之旅”将激发您思考哪些不同的技术方法可以助力企业、政府和社会团体在这个深刻变化的时代保持积极参与并实现蓬勃发展。



Rodolphe Belmer
Atos首席执行官

企业领导者须知

数字化已经深度融入我们的生活，以至于我们常常忽视它的重大变革性影响。更有甚者，在传统的数字化转型领域之外，各种新兴的技术发展趋势有可能颠覆传统的商业和经济模式，对个人和整个社会产生巨大的影响。随着我们从“后数字化”时代进入体验时代，数字化世界和现实世界融为了一体，为我们提供超个性化的体验，将各种超乎想象的新领域变为现实。

释放几乎无限的潜能

从生成式人工智能（AI）到基于区块链的服务，再到实际量子霸权的初步征兆，新一代突破性技术释放的潜能超出了我们之前数字化转型的体验。我们不仅可以用虚拟的方式复制和优化几乎任何流程，而且还可以利用虚拟资源及其交互的优势来扩展甚至超越物理世界的界限。这样，我们就能够实现零边际成本¹业务，促进无限的资产创造，并借助网络效应推动交互呈指数式增长，最终通过虚拟资产、虚拟角色、虚拟组织、甚至虚拟国家来扩展我们的运营领域。

重构传统智慧的界限

我们现在面临着一个重构传统智慧界限的变革性机遇。通过模拟和虚拟化来消除或尽量减少物理限制，有助于我们更好地理解和应对气候变化、医疗服务、民生福祉等全球挑战，并公平地面对不断增长的世界人口。虚拟世界的工具和技术，包括数字孪生、增强现实和非同质化代币，开始释放出系列前所未有的交互和价值交换潜能。不过，机遇越大，责任也越大，企业领导者必须意识到，新的虚拟维度不仅可以带来自由，而且还会带来全新的风险，包括社会脱节、数字鸿沟，以及所有权、隐私和主权方面的威胁。我们必须找到并有效实施应对这些外在挑战的解决方案。

为2026年及其后做好准备

对于企业领导者来说，重要的是评估这些发展变化的影响。我们必须反思我们管理实物生命周期、提供健康公平、甚至增强人类身体和精神能力的方式。随着智能边缘技术在物理世界和虚拟世界之间建立起越来越多的联系，这一点将变得越来越重要。

我们认为，这一新技术领域将有助于实现：

- 全新的运营模式，虚拟/物理混合流程得到普及，并出现使用自动化智能虚拟代理的虚拟外包服务²。
- 人类和机器人实体之间的全新关系模式，基于增强现实（AR）的元宇宙，并且最终将采用脑机接口（BCI）。

- 全新的价值和商业模式，数字经济快速崛起，新一代商业生态系统将充分利用数据市场和代币技术。
- 全新的存在模式和人类存在的全新虚拟表达方式，包括虚拟学习直至在世、虚构、甚至已故者的虚拟化身。

至关重要的是了解我们如何有效且安全地管理跨越物理/数字鸿沟的方式。其中的主要问题包括：监管和数字化之间复杂的相互关系，不断增长的网络安全风险（尤其是自主人工智能网络攻击的增多），保持运营弹性，以及对我们如何看待企业和公民数字责任（包括可持续发展和脱碳）的总体影响。

尽管处于风口浪尖的是那些直接受到数字化影响的行业（如媒体和金融），但实际上各行各业都必须妥善解决这些问题。

不断变化的世界以及技术助力的虚拟维度提供的机遇促使组织和社会从根本上反思我们应该如何看待价值、身份、流程，甚至宗旨。

这种反思可能涉及：

- 超自动化业务流程新战略。
- 建立新的虚拟化模型，实现生态系统内的数据驱动型价值交换。
- 快速跟踪各种虚拟化技术的审查和采用，例如：数字孪生、增强现实、资产代币化和高度交互式的远程协作。
- 从离岸交付模式转向虚拟外包服务。
- 核心业务技能和IP的AI捕捉和呈现。

对于企业领导者而言，利用这些机遇和应对相关风险对于2026之旅的价值创造可谓举足轻重。在一个加速发展、瞬息万变的世界中，掌握关键发展趋势不仅对保持参与度和弹性至关重要，而且还是避免数字失调和差异的根本手段。

1. 零边际成本描述的情况，是指额外生产一个单位的产品不会增加总体生产成本。
2. 传统的离岸或近岸外包活动现在在虚拟领域中开展。

2026之旅 解锁虚拟维度

预期的技术进步会促使我们反思我们对数字和物理世界的看法吗?

超越数字化

重新定义数字化

数字化和数字技术这两个词语如此深入我们的日常语言，以至于它们的含义变得有点模糊。它们的意思现在包罗万象，几乎涵盖了使用电子技术和数据的任何东西，从最简单的联网传感器到最先进的高性能计算机，从最基本的用户应用到高度复杂的人工智能。

现在，能够限制数字技术应用潜力似乎只有我们的想象力。然而，它的实际理解和使用并不总是像理论上那样多样和影响巨大。

对于有些企业而言，其业务模式的核心有赖于数字化的可能性；对于其他企业而言，其数字化转型则似乎仅限于计算机技术的使用，以便以更加数字化和网络化的方式执行传统的业务流程。

数字化一词不知道首创于何时，但可以肯定的是它起源于电子计算机使用的二进制系统。

尽管模拟自然世界的量化数字表示通常并不精确（例如音乐），但在数据的表示和计算中使用0和1，也许可以暗示数字化有精确

和精确可复制的意味。然而，有些数字技术经过不断发展，它们会变得越来越不那么数字化。有些解决方案更具概率性而非精确性，它们利用的是以前可能被认定为非数字化的不确定性。

量子计算机在其新兴模型中依靠概率和模拟波函数来表示数据和求解算法；有些机器学习方法利用随机性来创建随机算法，从而达到确定性模型无法达到的效果；随机性元素是密码学的一个基本特征（尽管真正的随机性在传统数字计算机中难以实现）。

数字化显然不再是一个足以涵盖所有当前相关技术应用的术语，更不用说新兴应用了。所以，该反思我们感知和应用数字技术的方式了，对吧？

重构传统智慧的界限

对于许多实际应用来说，数字化探索之旅已经从复制（模仿物理的东西，比如电子邮件和购物篮）发展到优化（做事情更快速、更智能），然后更进一步发展到增强（通过增强现实和人工智能拓展物理的功能）了。

当我们进一步外推我们的当前思维时，我们必须越来越多地重构传统智慧的界限。我们现在是否正在进入一个走向全新运营维度的时代？它超越了物理空间的限制，并且可以真正利用虚拟资源及其交互的优势。

我们预料虚拟维度或领域将在直接的物理限制之外运行，控制和交易虚拟资源的是虚拟智能，而现实世界的结果只有在物理领域的界限处才会受到影响。

我们看到这个概念已经在许多领域得到发展：近二十年来，游戏和娱乐行业通过模拟环境和大型多人在线角色扮演游戏（MMORPG）实现了虚拟世界逃避现实。而现在我们看到了像StoryFile³这样的项目出现，其中活着的个人能够保存自己的生活故事，而这些故事可以借助人工智能技术复述出来，即便故事的主体已经逝去。

Ubiquity⁶和Meta（前身为Facebook）等公司正在致力于创建一个元宇宙⁴，其中的人们可以在虚拟环境中交流和工作，它有望开启全新的社会 and 经济发展机遇。

数字孪生仿真模拟的潜力可谓众所周知。例如，在空气动力学车辆设计中使用计算流体力学，得到的结果通常比真实世界的风洞测试更好、更可行：模拟变成现实。在更大的规模上，英国政府启动了一项国家数字孪生计划⁵，旨在基于国家物理基础设施的大规模虚拟表示创建一系列全新的商业模式、服务和市场。

人工智能技术已经用于改变员工的聘用、管理和解聘方式，甚至用于模拟企业和政府的决策。开创性的去中心化自治组织⁶（DAO）不断涌现，例如Dash⁷和Augur⁸，说明由AI经理和工作人员组成的全面虚拟化组织交易代币化虚拟资产并非是一件可望而不可及的事情。

我们还看到了像Wirtland⁹这样的虚拟国家出现，更有甚者，我们看到了像爱沙尼亚¹⁰这样的真实国家启动数字游牧状态，通过提供虚拟居住权，以及围绕使命和价值观而非土地来绘制边界，从而重新定义公民身份和国籍的概念。

3. life.storyfile.com/

4. <https://www.youtube.com/watch?v=gElfo6uw4g>

5. <https://digitalwinhub.co.uk/>

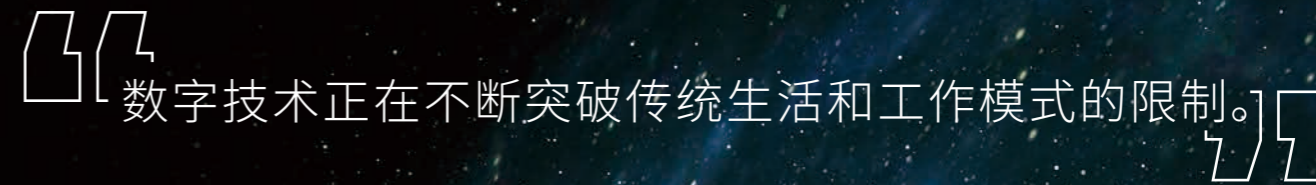
6. 由编码为透明软件的规则管理、由成员控制且不受中央政府影响的组织。

7. bitcoinst.com/dash-original-dao/

8. <https://augur.net/>

9. wirtland.com/

10. e-resident.gov.ee/nomadvisa/



超越物理领域

在从商业角度探索虚拟维度的潜力时，我们研究了许多新兴技术及其影响。我们考虑了特定创新突破物理领域限制的方式，以及它们如何在新兴的虚拟维度中带来全新的可能性。

需要强调的是，我们不会将这种全新的维度仅仅视为物理领域的虚拟化，而是把它看成一个巨大的机遇，让我们能够从根本上反思我们应该如何看待价值、身份、流程，甚至宗旨——这些概念我们曾经在2024之旅“重新定义企业宗旨”¹¹中探索过。

为了便于大家理解我们的研究主题，我们采用了一个如图1所示的环面模型。其中有三个不同的区域，环面本身代表物理和虚拟领域之间的边界或过渡层。模型的中心是物理领域。在这里，我们考虑的是特定技术及其应用如何以全新的、颠覆性的方式扩展物理领域的边界，包括充当物理和虚拟维度之间的桥梁。

从中心向外移动进入环面本身，我们考虑的是在物理和虚拟领域之间协商边界的挑战和风险。通过了解其潜在隐患，我们提供了一个比较平衡的视角，以便适当利用虚拟领域运营的机遇。

然后从环面向外移动进入虚拟领域，我们探索了各种新兴场景的示例，在这些示例中，企业开始在完全虚拟的领域中运营、交易和管理资源。

11. atos.net/en/lp/journey-2024



图1: 物理、虚拟和过渡领域

扩展物理边界

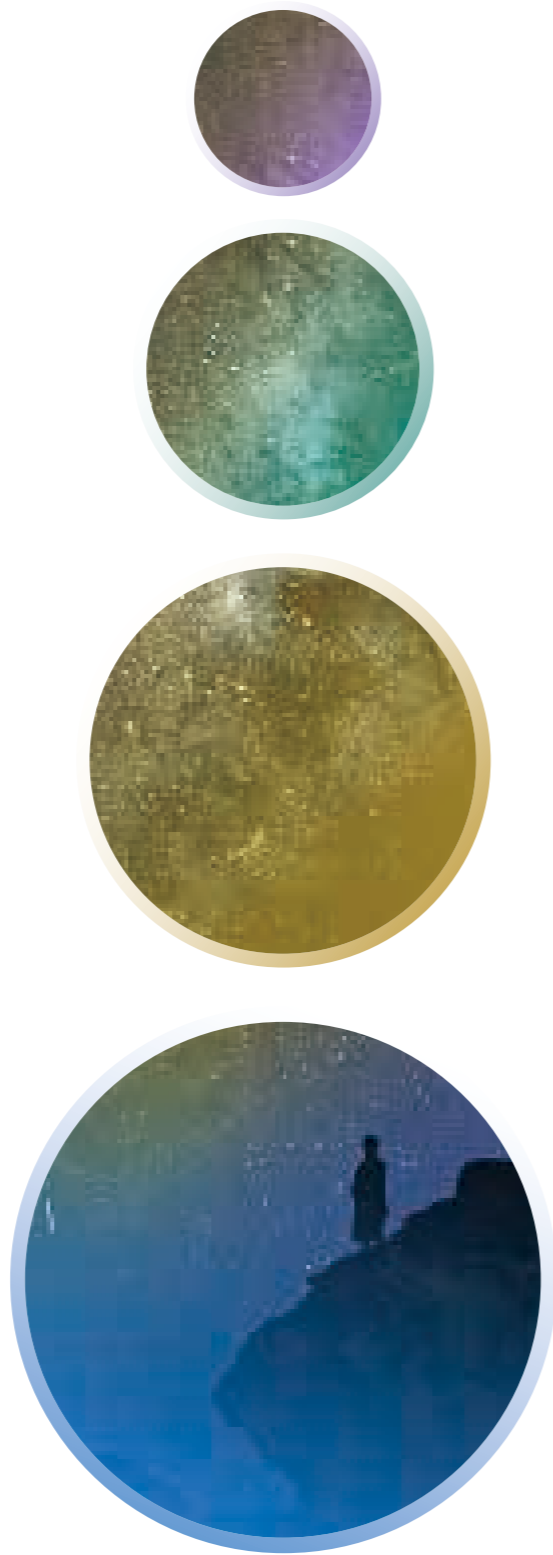
随着相关技术的出现和成熟，并且在不断增长的算力的支持下，我们看到，以前曾被认为属于科幻范畴的各种能力逐渐变成了现实。

在全球范围内，技术的使用牵涉到我们这个时代的各大宏观物理挑战，包括气候变化、医疗服务、民生福祉，以及维持我们人口所需的物理基础设施的开发和运营。我们探索了一些重要的机遇，即利用人类以前从未获得过的工具和技术来应对这些非常个人的和大规模的挑战。

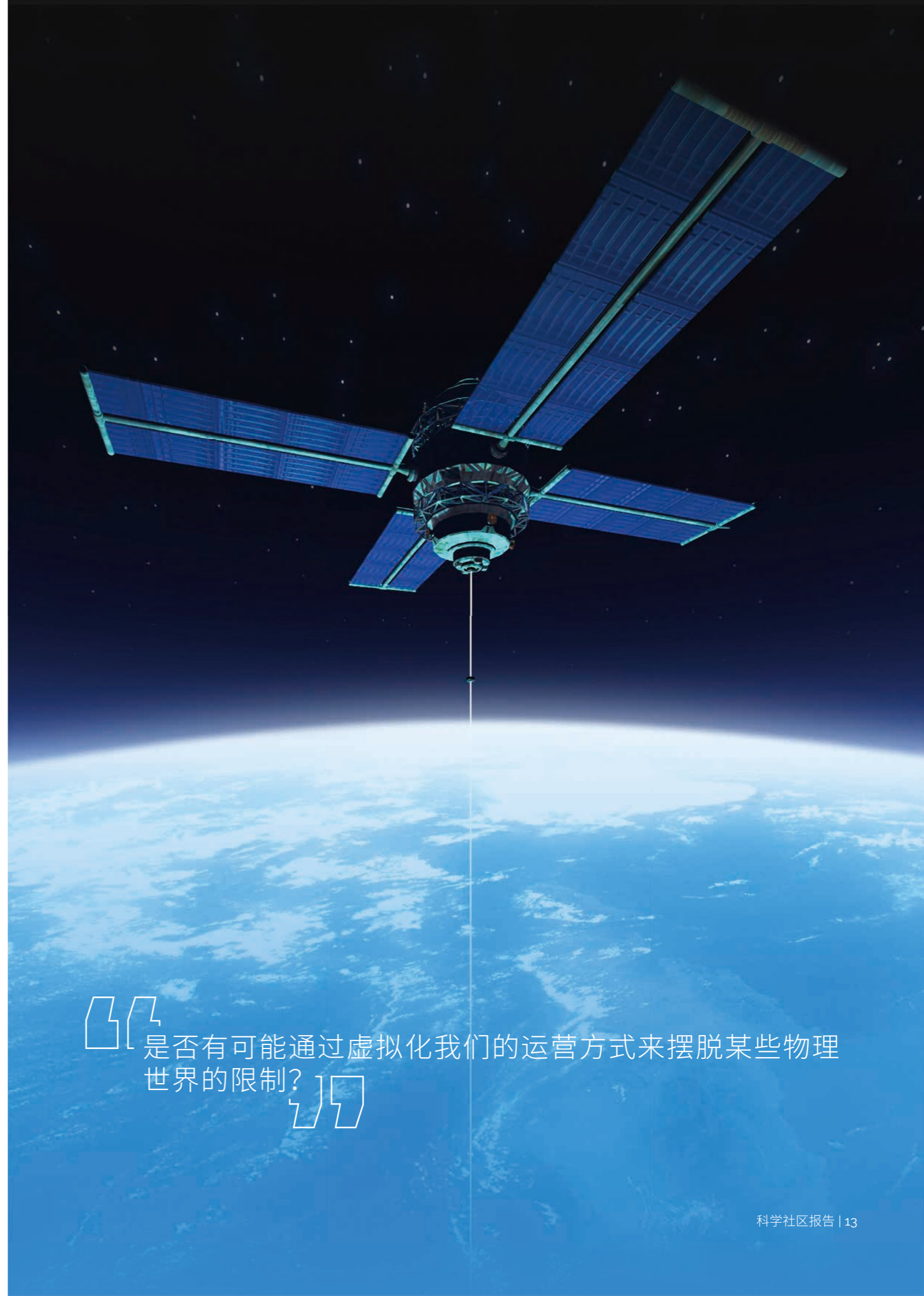
在2022之旅“解决数字化困境¹²”中，我们考虑的是现实世界和数字化世界力量对立产生的紧张状况。我们确定了一个可接受的边界，即“我们可以吗？”和“我们应该吗？”这两个问题的答案不同步的地方。这种紧张清晰地体现在我们目前对数字技术使用方式的某些反应中，而且并非总是体现在我们预期的领域（挑战性的伦理或安全因素）。有些最重要的新障碍和限制与应用于数据获取和使用的现实主权边界有关。

一种观点认为，数据的虚拟本质支持无边界交互，但另一种观点认为，我们人类对数据所有权、隐私和安全问题的担忧有可能会限制此类交互提供新价值的方式。欧盟Gaia-X¹³基金会正试图建立相关的原则和标准，让这些不同的观点达到一种健康的平衡。

这些举措充分与否仍然是一个重要的问题。观察这种紧张状况如何得到解决应该很有意思——如果确实能够得到解决的话。当然，我们必须保护个人、企业和国家的安全和权利，但是否也可以借机反思一下我们的运营和协作方式？在这个过程中，我们能否建立起对比较严格的现实障碍不那么敏感的新方法？



12. cfdt-atos.org/wp-content/uploads/2020/09/Atos_Journey2022_web.pdf
13. <https://gaia-x.eu/> Atos is a founding member of Gaia-X Foundation.



是否有可能通过虚拟化我们的运营方式来摆脱某些物理世界的限制？

全新的虚拟范式

随着相关技术的出现和成熟，并且在不断增长的算力的支持下，我们看到，以前曾被认为属于科幻范畴的各种能力逐渐变成了现实。

全新的运营模式

在虚拟维度中开展运营具备极大的优势，包括：模拟和预测结果（例如：通过数字孪生），反映比当前环境证明的影响参数更为广泛的背景（例如：通过IoT数据洞察和增强现实），以及超越某些物理限制进行运营（例如：通过虚拟生态系统和资产）。其中有些优势可以反映回物理世界，包括通过3D打印呈现优化的设计、通过HPC或量子计算机模拟发现新的分子和化学工艺，以及物理流程的智能自动化。

新冠疫情迫使许多组织反思其运营方式。几乎一夜之间，相当大一部分劳动力转换至虚拟办公模式。这么做的不仅仅是企业，学校、家庭聚会、宗教会议、医疗咨询等也都进入了虚拟网络世界。以前觉得很难办到的事情，突然之间就变成了现实。即使封锁措施有所放松，大量交流沟通仍将保持虚拟方式，或者至少采用虚拟/物理混合模式。

这种工作方式转变的个人体验可谓迥然不同。有的人在家工作了一段时间，发现差别不大；有的人发现这种灵活的工作方式非常自由，于是拒绝回归传统的工作方式；还有的人感到脱节或不适应，因此迫不及待地想要回到现实世界的互动方式。

疫情进入了第三个年头，新的工作方式如若利用得当，则会实现一些显著而持久的效益。有些企业通过关闭实体办公设施节约了可观的成本；新工具的出现提高了远程协作和虚拟工作的效率；虚拟和灵活的工作方式成为了吸引和留住人才的重要手段；通勤减少，从而降低了成本和碳排放。

联络中心和采购管理等任务的离岸外包大大节省了运营成本并提高了效率。随着流程在虚拟领域中实现自动化和进行处理，虚拟外包是否会驱动下一波效率提升？

据估计，到2025年，当前的任务将更多地由机器而非人类执行¹⁴，75%的客户交互也将由自动化平台处理¹⁵。组织需要一种不同以往的思维方式，以充分了解智能化运营通过不受物理障碍限制的无接触¹⁶工作方式开启的巨大机遇。

目前许多企业都在问自己什么可以自动化，但他们更应该考虑的是什么不能自动化以及为什么不能自动化。流程应默认采用自动化设计，仅在必要时才使用人工交互。当然，该战略还需要创造新的增值角色，以抵消流失的低技能工作岗位。

全新的关系模式

尽管虚拟现实（VR）在1950年代就已经出现，但直到2010年代商用VR技术才广泛普及，AR智能眼镜才首次问世。从那时起，虚拟体验以令人难以置信的速度发展，而疫情进一步激发了人们对“可能的艺术”的想象力。AR和VR（以及现在的AI）开始结合起来，推动了新一波的个性化虚拟体验。此类体验的范围十分广泛，从单纯逃避现实的娱乐，直到针对高度情境化业务用例的虚拟专家交互。

数字化身可以提供非常逼真的屏幕人物，他们具备和人类一样的面部表情和语言。在当前的大多数实际用例中，数字化身的应用往往仅限于帮助台、销售助理和医疗保健指导等领域，但是，随着该技术日益主流化，更多的用例将会出现，例如：虚拟的个人助理和护理人员，或者只是聊天的虚拟朋友。起初，这些交互体验就像具备视觉形象的Siri、Google Assistant或Alexa一样，但是很快，它们就会以成熟的机器人实体的形式回到物理世界。人们非常看好此类解决方案，认为它能够应对我们面临的日益严峻的社会关怀挑战¹⁷。

让我们回到StoryFile的概念，即创建真实个人的虚拟交互形式：用某人的记忆、行为、知识和性格特征训练其AI模型，让其他人能够以虚拟方式与这个人互动，就好像在真实世界一样。流行音乐行业已经接受了这样的概念，他们让迈克尔·杰克逊、惠特尼·休斯顿和埃尔维斯·普雷斯利等已故明星的全息影像表演了“From Beyond”。在世艺术家的全息影像（例如：ABBA）也可以纳入虚拟活动，让他们以巅峰状态进行表演。这种技术比复制历史体验和习得行为更具潜力。人工智能模型可以推断和预测受试者对从未经历过的情况的反应。那么是否可以让值得信赖的历史领袖重生为虚拟复制品，并就当今的问题提出他们的观点和建议？这显然会引发伦理和应用限制方面的问题。

14. [weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020](https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020)

15. servion.com/blog/what-emerging-technologies-future-customer-experience/

16. atos.net/preparing-for-the-rebound-after-covid

17. [newstatesman.com/spotlight/2021/03/automated-assistance-how-robots-are-changing-social-care](https://www.newstatesman.com/spotlight/2021/03/automated-assistance-how-robots-are-changing-social-care)



脑机接口（BCI）的出现和成熟，将进一步推动物理和虚拟维度之间的实践和伦理界限。VR体验将超越基本的视觉和声音传输，扩展到能够双向感官交互、适应情绪并触发一系列大脑反应的解决方案。DARPA、Meta和欧盟委员会¹⁸等组织均大力投资于BCI技术的开发，我们预计虚拟维度的这一领域将取得重大进展，其重点应该聚焦残疾人福祉和心理健康。

虚拟体验将呈现出一种全新的面貌：任意两次体验均不相同，因为它会根据对于个人角色的理解和来自他们身体的信

号进行实时定制和高度个性化。各产品和服务企业都在努力实现差异化，因此可以想象，假期、零售和娱乐等产品的营销潜力必将通过定制的虚拟交互得到极大增强。事实上，我们最终有可能通过植入记忆和人工触发大脑天然内啡肽的释放来彻底虚拟化某些体验，这一点在近十年前已经通过老鼠实验得到验证¹⁹。对于有些人来说，它是一种令人沮丧的人工合成生活形式，而对于其他人来说，它是一个体验原本不可能发生的事情的绝佳机会。

18. humanbrainproject.eu/en/about/human-brain-project-ec-grants/

19. xtremetech.com/extreme/162364-mit-successfully-implants-false-memories-may-teach-us-how-human-brains-form-false-memories

全新的价值和商业模式

长期以来，国内生产总值一直是衡量一个国家的经济规模和健康状况的重要指标。但是，对于市场价格为零的商品和服务来说，这种传统的价值衡量标准开始失灵。举例来说，我们应如何适当评估社交媒体和搜索引擎等服务的价值？

2021年第三季度，非同质化代币²⁰的销售额超过了100亿美元（仅6个月就增长了500%），并且加密货币的种类接近了6000种。种种迹象表明，价值的感知方式发生了变化。无论这种趋势是否属于暂时现象，物理资产显然不再是衡量所有权和财富的唯一标准，当我们观察数字经济时这一点尤其明显（Atos科学社区追踪其发展有10年时间）。大部分企业刚刚开始着手了解他们持有的数据的战略价值，而政府和行业主导的计划（如欧盟的Gaia-X²¹）试图解决的问题是如何公平地释放和共享（同时保护）这种潜在的价值。值得注意的是，大多数计划仍然倾向于从物理边界内的数据主权视角来看待问题。或许，我们应该考虑如何更多地用虚拟世界的思维来设计有意义和可持续的解决方案，以应对数据公平²²和经济价值方面的挑战。

如果我们想要创建公平和可持续的数据经济，那么数据资产的管理和交易方式，就应该是在其整个使用生命周期中采用公平和可信赖的原则和实践。这个挑战不小，因为我们面临着越来越多的隐私、欺诈、反竞争行为和消费者/公民操纵问题。对于此类问题的极端保护主义反应有可能导致边缘化社区的形成，这样的社区无法受益于数据价值共享。相反，缺乏数据公平的措施将导致那些能够控制数据驱动型服务的人们产生垄断行为和偏向效果，让新的竞争者难以进入市场和带来平衡。

数据市场为企业及其上下游合作伙伴创建生态系统，有助于培育具备适应、互连、灵活和协作特征的供应链，以便组织交易数据，而不只是实物资产。这样可以支持代币的概念，其中的敏感数据资产以数字化的方式表示和交换，从而确保只有拥有必要权限的人才能完全理解其全部含义。在B2C和B2B交互中，数据的共享和交换可以通过“注意力币”的概念来支持。每次交换相关数据时，注意力币的价值都会增加，以此衡量数据的可交易价值。

软件驱动的智能合约可用于形式化商业协议，并保证其在虚拟世界中的执行（以及在物理世界中的相关操作）。它们的编写方式有助于推动（跨供应链的）自主业务流程，同时通过虚拟合作伙伴生态系统加强安全、信任和透明度。

全新的存在模式

建立我们人类存在的新虚拟表达，这一前景对于有些人来说令人兴奋，而对于另一些人来说则令人担忧甚至令人憎恶，尤其是当它似乎提供了某种形式的永生时。无论技术方面的可能性和伦理方面的辩论最终将我们带往何方，使用数字技术进行改进和自我表达的旅程已然启动。从虚拟学习到虚拟人格化身（在世、过世和虚构的人物），甚至到借助技术直接增强我们的心智和体能，数字化存在领域的发展可谓十分迅猛。GPT-3²³（第三代人工智能生成型预训练转换器模型）生成的文本质量如此之高，以至于很难将其与人类生成的文本区分开来。而GPT-4的功能预计将是GPT-3的500倍！

通过泛在、普适的环境计算可以获取丰富的人类知识和经验。虚拟学习和发展所产生的影响已经非常显著。从如何组装平板家具到如何对量子计算机进行编程，几乎任何主题的网络培训课程都可以轻松获得。随着游戏技术和计算机生成图像（CGI）发展到有时难以区分人造和现实的水平，VR技术在商业和教育中的应用有望快速崛起。

当然，真正的学习不仅关乎理论知识，而且还关乎体验和应用。具有触觉反馈机制的增强现实，甚至通过脑机接口的情绪触发，可以将虚拟学习提升到一个全新的水平，让培训计划涵盖在现实世界的环境中几乎不可能发生的情况，例如：核电站事故处理和旨在评估危险情况应急反应的驾驶测试。此外，神经植入物似乎已经能够在老鼠体内植入气味的虚拟记忆，并可用于强化实际体验的短期记忆。从某些方面来说，虚拟和现实已经开始变得难分彼此。

虚拟维度还可以用来收集和保存主题专家的知识 and 智慧。许多企业都在竭力应对一种挑战：一旦某个员工退休，企业就会失去他多年积累的专业知识。如果可以通过虚拟化复制这些知识用于未来查询，那么企业就可以减少小众专业培训的需求。

但是，这种技术如若使用不当则会呈现出不利的一面：人工智能机器人在网络考试中能够冒充真人，并可深度伪造政客和名人以影响部分民众的思想和行为。虚拟维度影响我们实际生活的方式有可能比我们目前的预期更加重要，或者更加危险。有人能够植入虚假记忆或创造某种形式的伪永生，这件事势必会引发重要的伦理问题。

20. 非同质化代币（NFT）是存储在数字分类账（区块链）上的数据单元，可以证明数字资产的唯一性，因此不可互换。

21. gaia-x.eu/

22. 反映数据交换中的“共同利益”和“公平”的一个概念，首次提及见于

atos.net/preparing-for-the-rebound-after-covid

23. openai.com/blog/gpt-3-apps/

在虚拟维度中开展运营带来的后果和外部效应
需要在物理和虚拟两个领域加以解决。

跨越鸿沟

宇航员Thomas Pesquet在国际空间站绕地球飞行了将近200天。在经历这种高而远的视角之后，他说：“从那儿我可以看到我们对地球的影响”。当我们扩展物理边界并进入全新的虚拟范式时，我们必须注意一个领域对另一个领域产生的连锁效应。

技术不会公然威胁我们的信仰、福祉或生活方式，但它的应用可能会产生无法预料的有害影响或被用于恶意目的。通常，新技术必须经过社会接受度的考验，然后才能被社会主流采用。像加密货币和人工智能那样，有限的采用并不意味着广泛的接受。由于正式的监管控制通常滞后于快速的技术发展，因此如何应用技术发展的伦理标准首先由各种商业目的和价值观塑造成型。我们认为，可持续数字技术的应用起码应该遵守下列基本原则：

- 符合普遍接受的当前及本地社会信仰和价值观。
- 有助于维护地球及其自然资源。
- 在个人之间和集体内部建立基本的信任，避免对我们的福祉、隐私和生活方式造成威胁。

这些原则以及更为广泛的反馈机制对应的是我们模型的面，即从物理向虚拟过渡的那块区域。我们将会发现，观点太多（本地和全球）有可能阻碍落实这些原则的通用解决方案。这一点在社会对话中每天都在上演：无论是看新闻头条，在社交媒体上分享和辩论热切的信念，还是与家人和朋友开展讨论，我们都会形成我们个人和集体的观点。社会反馈机制可能快速而决断，也可能缓慢且要求充分辩论，但监管机构和机关无疑都会运用法律和标准为数字技术的应用设定界限。它将如何在虚拟维度领域发挥作用还有待观察，但即将到来的技术发展有望前所未有地拓展传统智慧的指导原则。



落实愿景

本文第24-61页展示了我们的研究成果概要。我们将所有研究主题均定位于环面模型的3大区域之中，以便解释它们如何对应本文“解锁虚拟维度”的总体愿景。

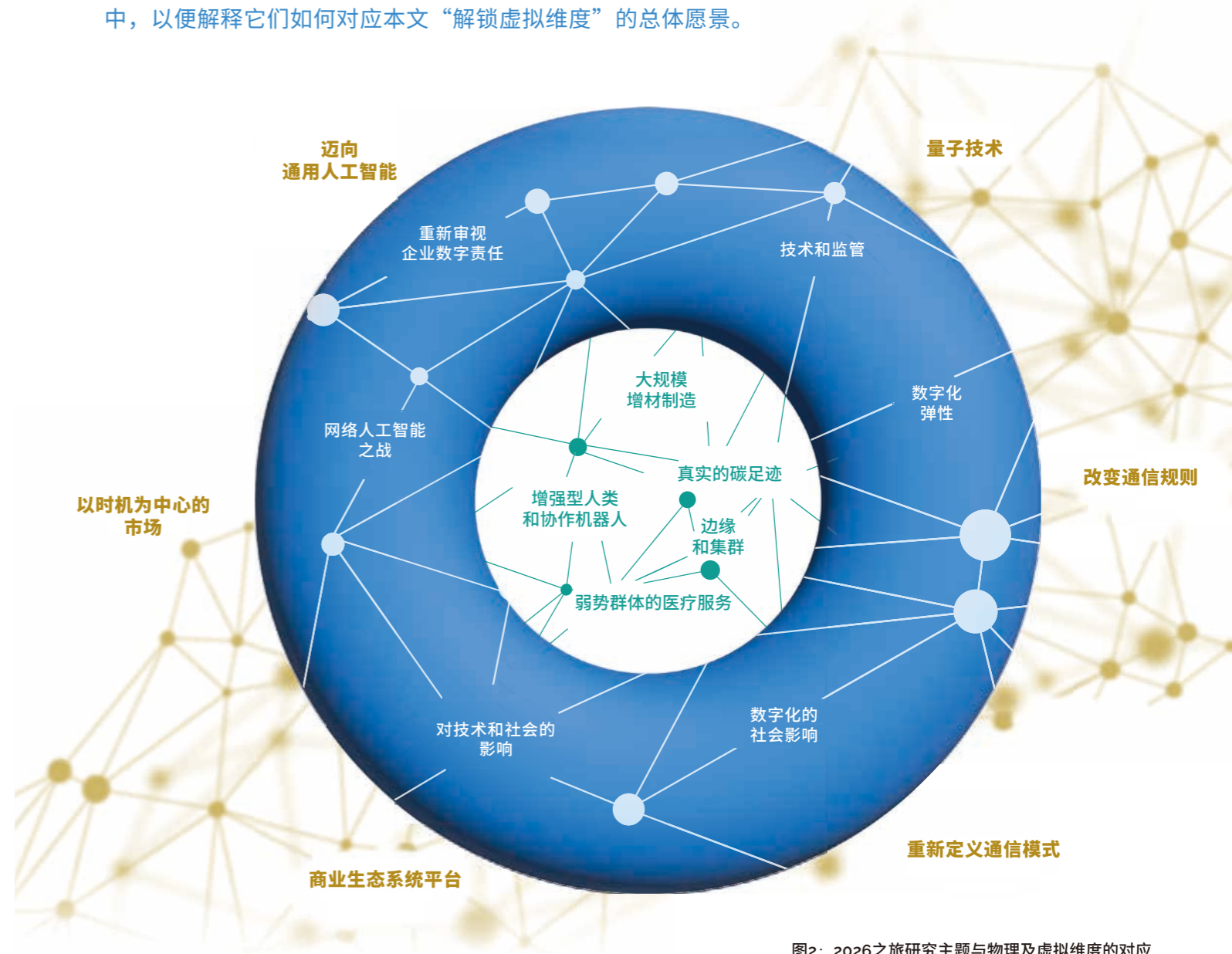


图2: 2026之旅研究主题与物理及虚拟维度的对应

许多研究主题被置于环面的中心范围，牢牢扎根于物理领域，但它们的发展方向却是那些能够扩展物理边界的领域：

- 从身心两个方面增强我们人类的能力；
- 反思我们管理实物资产端到端生命周期的方式；
- 通过智能边缘技术管理物理和虚拟维度之间快速增长的联系；
- 集体响应我们现有及不断增长的责任，以便互相照顾和保护环境。

我们如何应对这些情况将决定我们利用虚拟维度思维解决物理世界挑战的能力。我们是被传统思维限制，还是创造出不同的方式来实现我们生活的目的和目标？

也许不足为奇的是，大量的研究主题对应的是传统物理运营和虚拟维度之间的过渡区域。政府和个人都在努力应对虚拟维度运营方面的挑战。这些挑战的例子如图3所示。

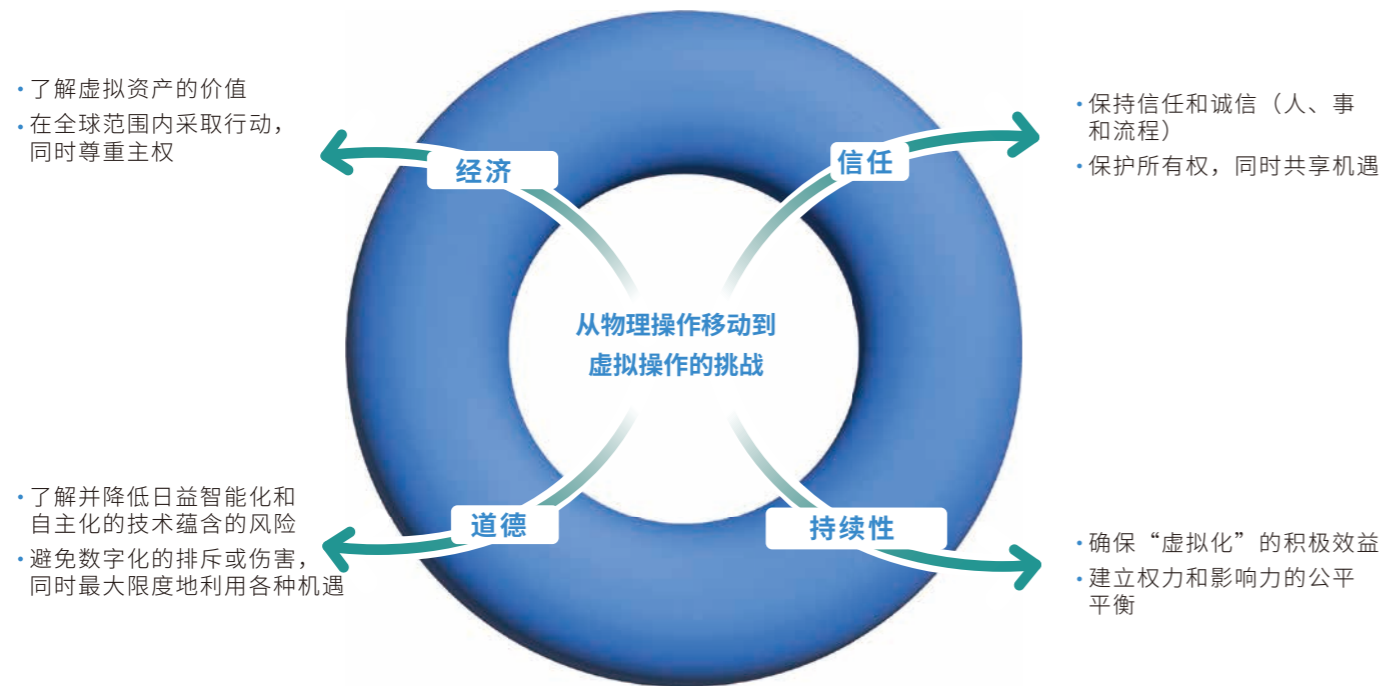


图 3: 跨越鸿沟的挑战示例

我们选择的对应于虚拟维度的各项研究主题，显然也并不完全在虚拟领域中运作。有时候会有物理世界的接触点，而真正的价值只能通过弥合物理和虚拟对应物之间的鸿沟来实现。但是，如果我们适当地抓住机遇，那么就技术的利用而言，我们就可以上升到一个全新的水平：

- 实现计算能力；
- 理解和实现数据价值；
- 消除我们沟通、协作和相互关联的障碍；
- 朝着真正的通用人工智能方向迈进。

探索在新兴的虚拟维度中开展运营的可能性和影响时，我们发现，虚拟化的驱动因素（广义上）和马斯洛人类动机理论的需求层次²⁴之间存在着某些有趣的相通之处。在虚拟领域，我们发现：**全新的运营模式**可以对应基本的生理和安全需求；**全新的关系模式**可以塑造我们的归属感和爱的需求，**全新的价值和业务模式**可以满足我们个人和集体的尊重需求，最后，**全新的存在模式**可以成为我们自我实现的手段。

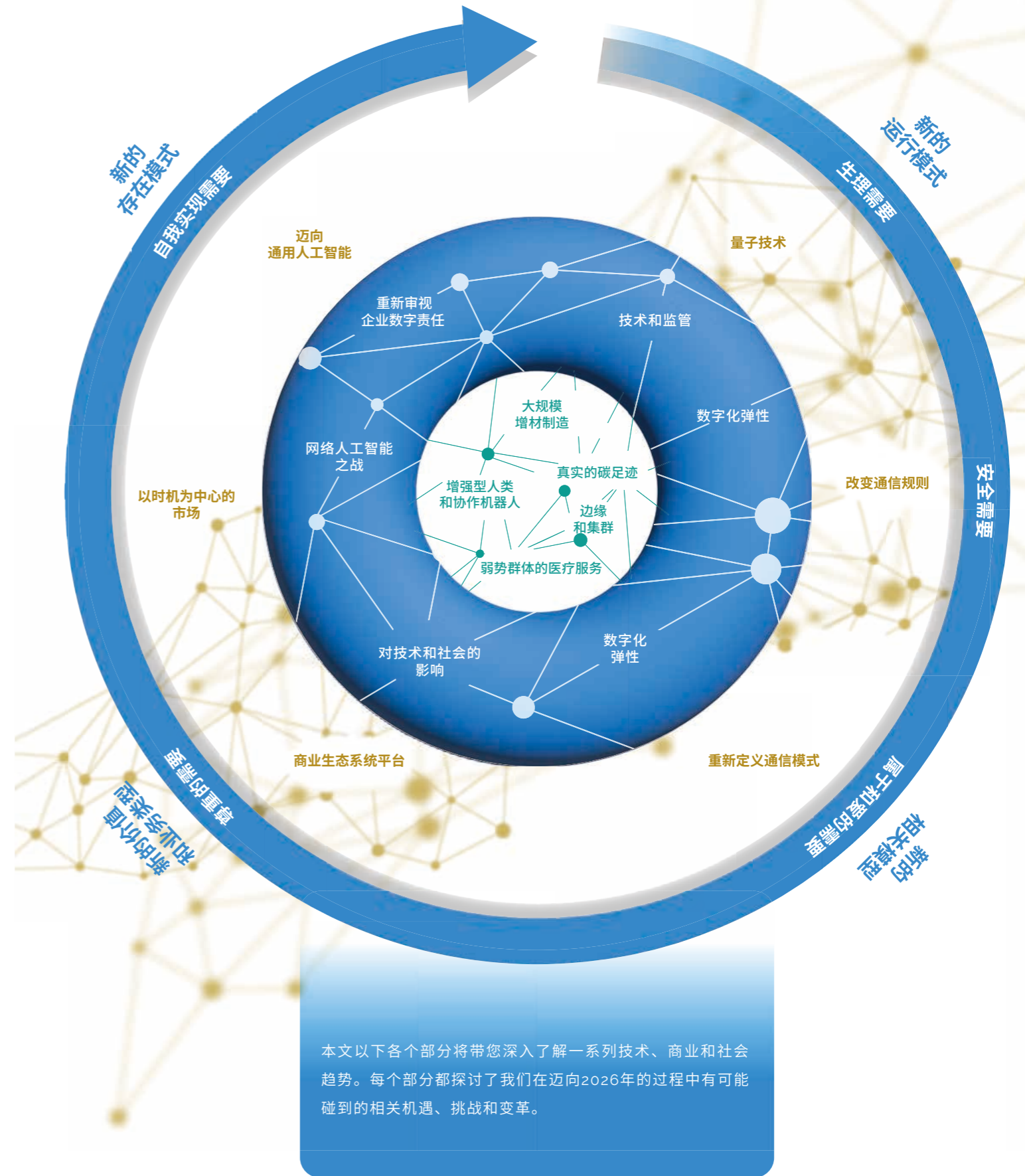
在虚拟领域，我们发现需求实现的这些维度是一个不断强化的统一体，而不是一个层次化的结构。随着虚拟的“可能的艺术”持续拓展，全新的思维和存在模式将不断涌现，推动着我们重新深入思考自己的生理和安全需求。据我们观察，随着网络霸凌、数字身份欺诈和压力的增多，这种情况将表现得越来越明显。

这就引出了一个非常重要的结论：无论我们在虚拟维度的无限边界方面感知如何，我们都无法将它与我们在物理领域所坚持的标准和价值完全区分开来。

我们仍须：

- 正确掌握基本知识；
- 确保安全（从而确保信任）；
- 建立有意义的互动和关系，致力于支持我们个人和集体自我实现的目标。


图 4: 虚拟领域的全新交互模式



本文以下各个部分将带您深入了解一系列技术、商业和社会趋势。每个部分都探讨了我们在迈向2026年的过程中有可能碰到的相关机遇、挑战和变革。

24. masterclass.com/articles/a-guide-to-the-5-levels-of-maslows-hierarchy-of-needs#what-are-the-5-levels-of-maslows-hierarchy-of-needs

扩展 物理边界



行业和社会如何扩展物理世界运行的边界？

增强型人类和协作机器人

自从开发出第一个基本的工具以来，人类一直在寻机扩展自己的自然能力。人类增强不断推动着物理世界的生活和商业进步，现在还包括数字世界。目前人类增强有四大领域（见图5），它们有助于补充、强化、恢复、复制和激发我们的自然感官和能力。每个领域都有其独特而相互关联的创新路线图和时间表。

假肢和仿生

材料、设计和技术的进步将假肢从替代身体部位推进至更为复杂和智能的仿生领域。仿生可以提供肌肉和神经接口，以获取生物（神经或肌肉）信号，并以机械或电子的方式将这些信号转换为机器运动。它包括在各种民事和军事用例中使用外骨骼执行各种挑战性的任务，例如：搬运重物，以及在极端条件下开展工作。以前仿生的发展主要聚焦于四肢，但是现在它开始涉及到其他身体功能，包括骨科、听觉、心脏和视觉。在未来的五年中，仿生在支持更重要器官（如肝、肾、肺）的功能方面有可能取得进一步的发展，甚至取而代之而不只是予以增强。

协作机器人和自主化身

聊天机器人和数字销售助手接管了某些常规任务，以便帮助人们更加高效和一致地完成工作。我们预计它们的交互将会变得越来越复杂：机器人在代表人类工作时可以组队并彼此交互。更有甚者，机器人和协作机器人可以分析人类个体和团队的行为，从而检测和警示（错误）行为，并提供提示和/或策略来解决或避免此类情况。先进的自主机器人将执行预定义的工作任务，它们在特定的环境中表现恰如其分，尊重人类交互，并与其他自主机器开展协作，甚至对它们进行监督。

利用生物技术进行增强

生物技术是另一个有助于人类增强的应用和研究领域。它提供的机会包括：模仿自然以打造高效的生物相容性材料，重建组织和神经和器官，以及利用基因技术来治愈或预防疾病（正如最近的mRNA新冠疫苗所证明的那样）。生物技术开启了设备小型化和细胞级交互等新领域，将生物学、力学和数字化有机联系起来。

脑机接口

脑机接口（BCI）捕获和激发神经元信号，从而根据需要解释和驱动反应。BCI可以将仿生设备推进至新的发展阶段。BCI实现的动作直接由大脑活动驱动，而不是由肌肉运动等间接信号驱动，并且可以帮助创建重要的反馈回路，以便根据视觉反馈和/或运动输出来完善仿生操作。人脑是我们身体的中央控制和决策系统，但它与外部设备互连的机会越来越多——BCI和仿生可以结合在一起，以创建功能更强大、响应更灵敏的增强解决方案。除了各种医疗应用之外，BCI还可以扩展到安全、教育、娱乐、营销、与智能环境交互等领域。

图 5: 人类增强的各大领域和相互关系



人类增强的关键领域以及它们如何相辅相成

假肢和仿生设备以及自主化身和协作机器人已经有了一系列的实际用例，并且将在不同的行业领域继续发展。利用进行增强还可以产生新的能力，从而进一步扩展可能性的边界，但同时也需要我们对伦理和人权领域进行更加深入的研究。尽管人类增强的各个领域发展不尽同步，但是它们之间有着很强的相互联系和相互影响。举例来说，生物技术有助于创造更具可持续性和更加紧凑的仿生设备，这些设备能够响应大脑信号，甚至为数字化组件供电。

伴随进步而来的是责任

人类增强弥合了我们人体的自然能力和极限与数字和物理技术的可扩展能力之间的差距。它可以开创一系列混合解决方案，帮助我们解决数字世界日益扩大的鸿沟，从而推动人类做越来越多的事情。问题在于：在这个过程中，我们是采用负责任的方式改善大家的生活和工作条件，还是彼此倾轧。

有一些基本的原则必须得到遵守，例如：

明确：知道交互和体验是真实的、虚拟的还是增强的。

- **选择**：由个人对数字身份和增强程度进行控制。
- **合规**：由国际公认的指导原则统一规定什么可以接受/什么不可接受，以及什么允许/什么不允许。
- **便利**：新的功能应该易于获取，以促进协作和包容。
- **排斥**：人类增强技术不应存在排斥或歧视现象。

人类增强的作用在我们的日常生活中可能会变得越来越突出。现有的用例和创新带来了巨大的机遇，企业应该探索如何加以利用并从中受益。

随着人类增强技术的成熟，相关的注意力和焦点将从技术问题迅速转向伦理问题。我们的责任必须与技术的成熟度同步增长。

边缘和集群

边缘计算是计算统一体的基础结构，也是一种无处不在的连接、感知、推论和行动手段。它可以将高速网络、多云服务、数据源和数据消费者联系起来，从而推出几乎无限的新价值主张。边缘解决方案的灵活性、功能性和覆盖范围彻底改变了最终用户体验和行业解决方案功能，云、网络和边缘的逐步融合（及其导致的超大规模云服务提供商和电信服务提供商之间的竞争重叠）也将进一步加速创新和投资。

扩展边缘解决方案的途径

然而，指数式增长的历程越来越受到异构硬件和软件堆栈不断发展的挑战，以至于我们面临着一个拐点：如果没有重大硬件和软件创新，那么边缘的进一步连贯扩展将不可持续。而创新必须解决生命周期运营支持、安全、数据隐私和能源效率等问题，并促进向动态边缘生态系统的转变。我们预计将会有下列方面的发展：

安全/身份

边缘安全堆栈必须支持每个物理设备的识别和身份验证（最好借助硬件安全模块），并支持数据传输的端到端加密。分布式账本

技术将在设备之间数据交换的身份验证和可追溯性方面发挥关键作用。从运营的角度来看，边缘云解决方案提供商需要在威胁识别方面开展合作，并支持分布式安全运营中心。

连接

边缘解决方案的价值大多与其地理分布和覆盖范围有关。良好且无处不在的连接必不可少，但是许多边缘部署项目都将位于偏远位置，例如：监测和控制公用事业网络的边缘部署项目。虽然公共和私有5G网络的增长有助于满足高密度边缘需求，但我们预计新兴的集群卫星技术将填补其中的许多空白。



可持续性

极端规模的边缘部署项目存在一个潜在的障碍，那便是它们的可持续性，涉及设备生产的原材料需求、某些边缘设备的可处置性（特别是我们走向了纳米级），以及网络和设备供电所需的能源。更加智能的边缘网络预计能够优化其集体运行，从而根据工作负载调整自己的功能。这样有助于最大限度地降低对部署基础设施的要求，尤其是在边缘节点上。边缘网络的运行类似于传统的云，其中的资源可以根据需要激活和停用。

代理网络，从而消除对中央控制的需求。限制数据暴露意味着应用安全提升和隐私问题减少。

边缘硬件和软件将向智能硬件/操作系统演进，具有即插即用、自我配置、自我管理、自我匹配的特点。硬件的进步将使边缘设备更加智能，例如：模拟人脑工作方式的神经形态芯片。人工神经元和突触封装于晶硅之中，可以实现更加有效的神经网络形式，使其在执行时能够降低时延和功耗。这些特点非常适用于边缘AI场景。超宽带传感器的将催生新的精密检测和图像传感解决方案。

可操作性和可维护性

边缘解决方案变得更加动态和更具互操作性，因此它们需要使用虚拟和抽象工具，究其本质而言就是微容器。像Microk8s这样的轻量级低运维解决方案可以为边缘网络带来轻便性、可部署性、可升级性和自我修复功能。专门构建的编程语言和开发工具包可以明确支持和公开各种功能及非功能属性，涵盖隐私级别、服务质量、时延和功耗等领域。智能编排器框架和算法则可以支持设备集群的可组合性和互操作性。

新兴的发展趋势

随着上述领域逐渐成熟，我们将会看到一些新兴的发展趋势：

集群智能——边缘设备网络将形成集群智能，从而展示分散的自我组织系统的集体行为。集群智能有助于设备/边缘/云应用的静态物联网系统架构动态化，并更加智能地利用和管理快速增长的边缘用例生成的数据。

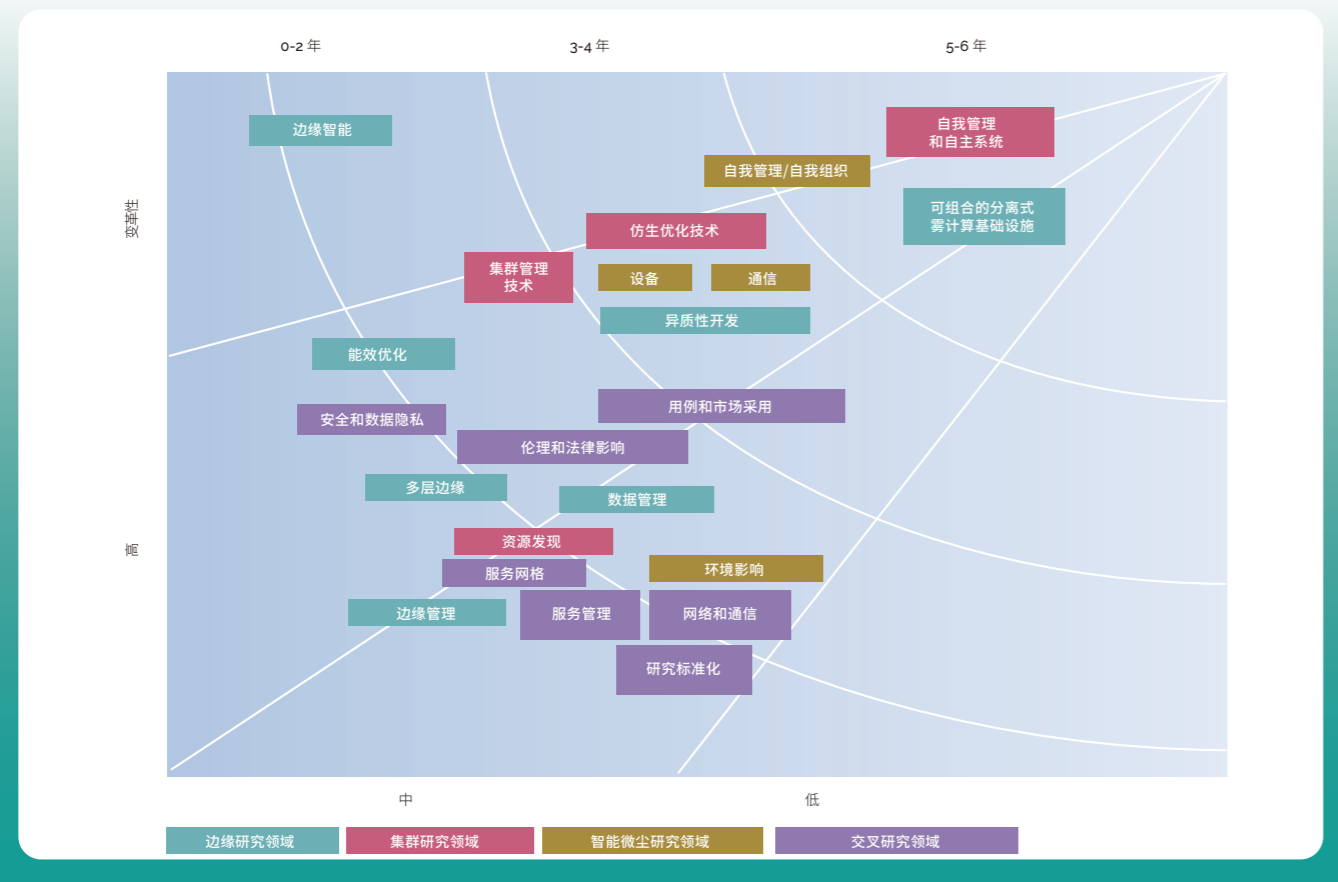
多个远程机器人的自主交互将有助于解决目前还被视为不可能的复杂挑战。集群或联合学习将使用在边缘执行AI训练的本地

智能微尘是一种突破，它可以借助纳米技术把边缘提升到全新的水平。我们已经看到盐粒大小的摄像机，以及能够检测和中和人体内癌细胞或病毒的功能分子。此外，纳米级能量收集器可以通过周围的微小运动和振动产生能量，从而为微机电系统（MEMS）开辟全新的可能性。我们预计，早期发展的重点将集中在太空探索、农业害虫防治、天气预报和设备维护等领域。各种各样的可能性令人感到兴奋，但我们不能忘记，必须仔细监控和管理智能微尘设备的大规模分发对生态和伦理的影响。

展望2026

边缘技术的范围、功能和智能将不断增长。从自动驾驶汽车到智慧城市再到体内医院，联网边缘设备的协作集群将带来全新维度的自动化、洞察力和生活改善。但是，随着边缘日益普及，潜在的攻击面也在扩大，因此安全、隐私、弹性和生命周期管理必须成为未来边缘架构的核心。

图 6: 新兴边缘和集群研发的影响



大规模增材制造

将数字世界和物理世界联系起来

与数字基础设施置备领域的虚拟化革命类似，制造业的数字化也面临着增材制造带来的新一波颠覆。

在过去四十年里，增材制造（AM）被广泛认为是爱好者或原型制作领域使用的一种小众技术。然而，基础工艺和材料技术的进步在航空航天、医疗保健、房地产、时尚等众多领域引发了一场悄无声息的革命。在现有潜力的基础上进行推断我们就会知道，大规模增材制造（LSAM）的未来不可小觑。

大规模可以理解为物理尺寸大，数量大（批量生产），或范围大（将生产转移至边缘）。

从数字到物理

增材制造是指沿着所创建对象的数字表征定义的三维路径连续分层沉积材料。塑料、金属、混凝土、树脂甚至活细胞都可以通过机器人打印头进行沉积，以形成任意复杂度的结构。如需了解有关详情，请参阅我们的白皮书“3D打印²⁵”。

变革的驱动因素

规模	变革的驱动因素	用例
尺寸大	设计复杂程度，现场施工效率	复杂的建筑物，火箭外壳，潜艇，经济适用房
范围大	物流优化，定制，供应链弹性	备件，个性化消费品，医疗应用，按需打印
数量大	大规模定制，减少材料浪费	大批量定制种植牙，车辆部件，个性化医疗

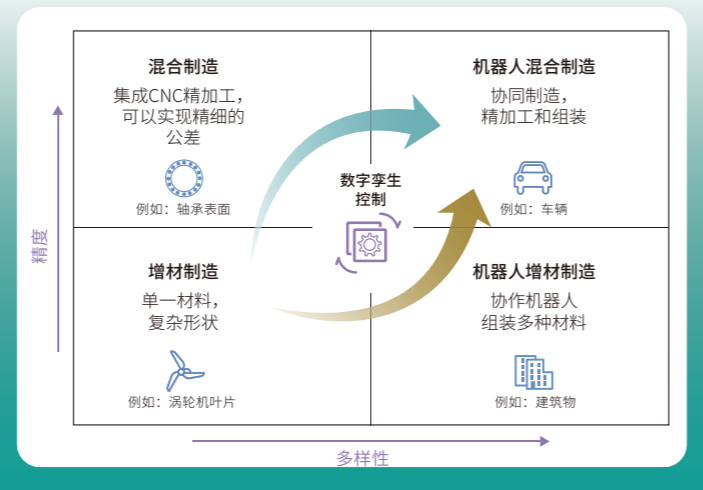
如若实施得当，则可以减少浪费，实现近岸甚至本地制造，从而带来环境效益，但必须平衡考虑原材料生产/配送和增材制造工艺本身的能源需求。

大规模增材制造的发展路径

我们预计机器人混合制造将会出现，它可以利用增材制造和减材制造²⁶的综合能力以及机器人技术的灵活性，以打造和组装各种形状和尺寸的复杂及复合结构。数字孪生技术将在模拟、控制和保障从数字设计到物理产品的全生命周期中发挥关键作用。

大规模增材制造精度和多样性的发展演变如图7所示。

图 7: 大规模增材制造的发展路径



25. <https://atos.net/wp-content/uploads/2022/03/3d-printing-whitepaper.pdf>
26. 从一大块材料上去除部分材料以塑造对象的制造方式

混合制造：增材制造技术和材料科学的进步推动着表面质量和尺寸精度不断提高。不过，实现轴承、密封表面等所需的精度还非常困难。至少在中短期内，高公差表面仍要求将CNC²⁷车削和磨削等减材技术纳入制造工艺。

机器人增材制造：新兴的增材制造技术逐渐允许组合不同特性的材料，例如：金属和塑料。通过协作机器人协同执行额外的生产和组装步骤，我们还可以进一步提高制造的复杂程度。举例来说，在3D打印建筑物时，混凝土挤出机头的运动可以与安放窗户、门和管道的机器人进行协同。



挑战和机遇

大规模增材制造的愿景可以通过一系列技术和流程开发来实现：

多工具	工艺打印头的变革将整合各种不同的制造方法。熔融沉积成型头创建基础材料的外形，铣头完善关键表面，喷漆头实施表面处理。
多材料	多种打印头有助于综合不同的材料和熔融/给料方式。4D打印生产的物体可以对外部刺激因素做出反应，例如：适应性医疗植入物。
组装结构	机器人安放紧固件、轴、复杂电子元件等标准零件有助于打造结构复杂的组件。
智能数据采集	增材制造的质量保障要求自动采集和分析流程数据。集成的预测错误筛选和质量认证流程对于安全关键型应用至关重要。
质量和服务保障	通过工艺尺寸公差检验、视频分析和自动打印路径调整可以避免材料空隙和分层缺陷。专门构建的数字平台可以管理端到端的流程保障。
知识产权	打印命令阈值加密、许可证令牌化和嵌入式物理标识符 ²⁸ 等技术可以用来确保产品仅由授权方打印。
安全保障	数字安全可以保护端到端数据路径的完整性。通过实时视频分析实现的物理安全，则可以确保增材制造设备附近的工作人员安全。
标准	缺乏跨越流程和设备领域的协同标准，必须建立这样的标准以支持大规模增材制造流程的发展。

变革的催化剂

我们来到了一个拐点：产品个性化、全球化、成本、速度等需求正在突破制造业的创新和优化极限。大规模增材制造可以成为下一波变革的催化剂，特别是当它与衍生式设计²⁹原则及数字孪生的互补数字技术结合使用时。我们预计，无缝集成的设计、模拟和生产工具能够制造出具有复杂几何形状和采用创新型复合材料的优化产品。

制造即代码（MANaC）

一切即代码是一种数字系统配置方法，其中部署指令被代码化和自动化以提高敏捷性和效率。类似的原则可应用于机器人混合制造的端到端控制和协同。

27. 电脑数控。
28. 例如：序列号或无源RFID标签呈现为物理对象的组成部分，其真实性通过区块链许可证分类帐进行验证。
29. 衍生式设计用软件来构思和迭代优化产品设计。

弱势群体的医疗服务

数字健康领域的投资可以打下良好的基础，对医疗平等、患者疗效和医疗效率产生积极的影响。患者、社区和医疗机构之间的技术相互作用有助于进一步改进疾病的应对措施。

世界卫生组织（WHO）认为，“平等是指不同群体之间不存在不公平、可避免、可补救的差异，无论这些群体的界定是从社会、经济、人口统计、地理还是其他维度（例如：性别、种族、残疾和性取向）。健康是一项基本的人权。当每个人都能充分发挥其健康和福祉潜力时，我们就可以实现健康平等³⁰。”

新冠疫情表明，我们离这个理想还很遥远。由于生活环境恶劣和无法获得高质量的公共医疗服务等因素的放大，弱势群体受到的影响更大³¹，从而产生了易感宿主和人群。“数字逆向照顾法则”指出，最需要支持的人（尤其是老年人和遭受社会剥夺的人）通常最不可能使用数字平台³²，但健康和保健平台却能够为最需要的人提供重要的医疗服务。

此外，欧洲议会估计，健康不平等造成的损失约占欧盟GDP的1.4%，接近欧盟的国防总支出，即GDP的1.6%³³。重新平衡局势显然具有人道主义和经济方面的双重必要性。

健康不平等的根本原因

健康不平等的根源可以归因于两个关键方面：

- 资源分配不均，
- 社会、经济、环境条件不公平，恶化了总体疾病易感性。

能够定期获得优质医疗服务、尤其是初级医疗服务的人，比较有可能较早诊断出慢性疾病，从而提高疗效并降低社区的总体医疗成本。

数字化——解决健康差距的关键推动因素

技术在促进健康平等方面发挥着越来越重要的作用，尤其是在就业、住房和福利等健康的社会决定因素日益网络化之后。此次疫情凸显了互联网和数字技术的作用：在前所未有的封锁期间，我们既能够安然地居家生活、工作和学习，又能够获得充分的医疗服务。数字技术已经成为了一项关键的推动因素，它可以跨越整个医疗生态系统帮助患者获得门诊环境的虚拟医疗服务、访问患者门户网站以获取相关信息，并实现以患者为中心的全渠道医疗协同、临床研究和转型。



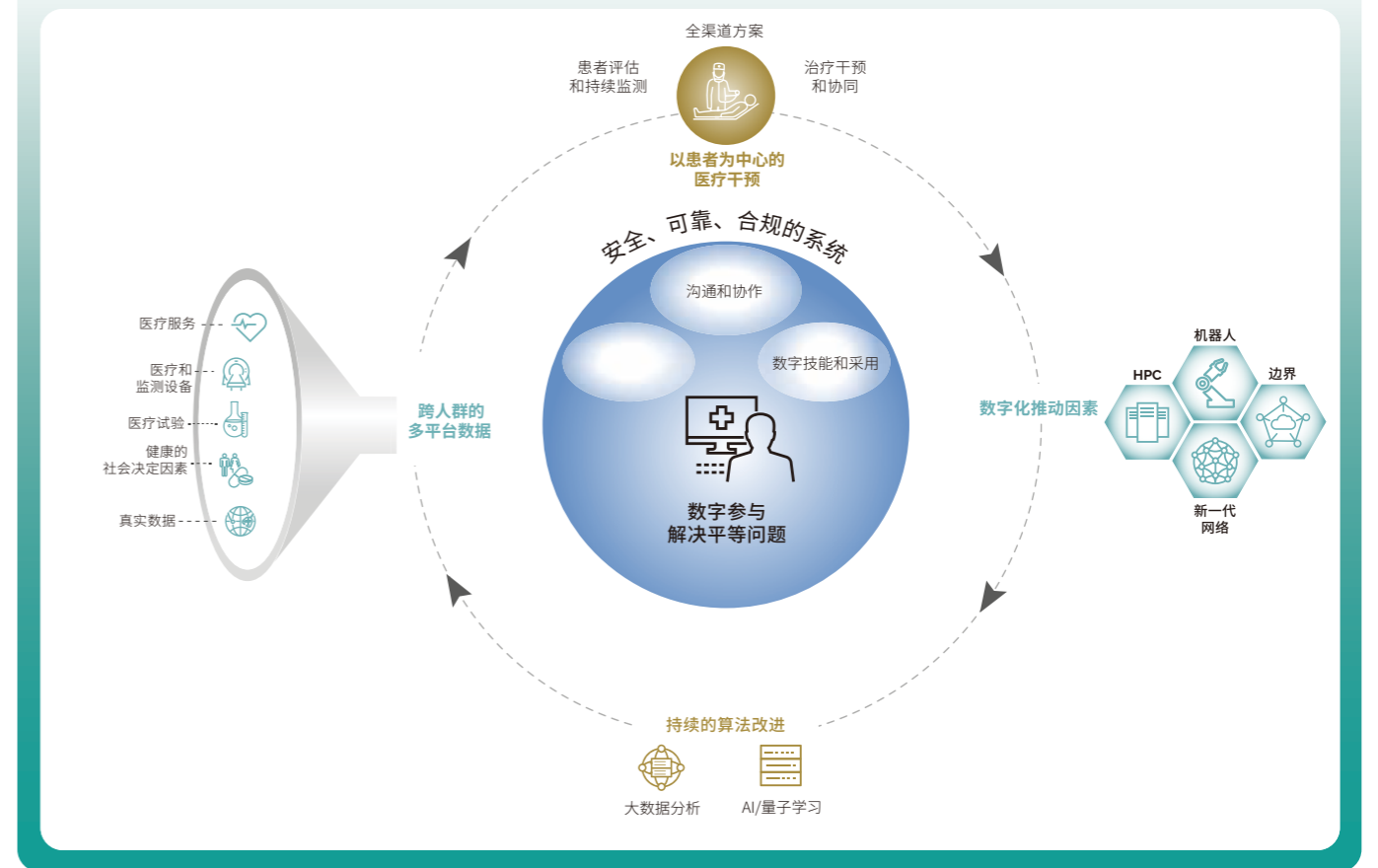
30. [who.int/health-topics/health-equity](https://www.who.int/health-topics/health-equity)
 31. Ali S, Asaria M, Stranges S. “新冠疫情和不平等：我们是否共同面对？”《加拿大公共卫生杂志》。2020;111(3):415-416. doi:10.17269/541997-020-00351-0
 32. <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/health-inequities-and-their-causes>

33. Davies AR, Honeyman M, Gann B. “在新冠疫情期间满足数字逆向照顾法则：数字技术既有可能加剧也有可能缓解健康不平等。”《医学互联网研究杂志》。2021;23(4):e21726. 发表于2021年4月7日。doi:10.2196/21726 (nih.gov)

到2026年，人们将更加关注在离散的分布式健康数据孤岛之间建立联系纽带或安全且受控的渠道。可信和受控的数据联合有助于释放分布式数据源的潜力，从而实现互联互通和不断强化的生态系统，其中包括保险机构、医疗机构、生命科学企业和公共卫生组织。辅助平台从众多数据源及相关管道（大规模）馈入数据。借助远程患者诊疗和监测功能可以将医疗服务扩展至弱势社区，让他们在自愿的情况下有更多机会参与以前无法参与的临床试验。反过来，这样也有助于获得更加丰富的社会、医学和基因组数据。

通过数据生态系统实现的数字干预让人们和社区更多地参与，有助于为精准医疗铺平道路，即：在适当的时间为适当的人们提供适当的药物或治疗干预。最终，能够模拟人体不同过程的平台服务结合起来，可以实现为每个人创建虚拟数字孪生的梦想。这将进一步增加人工智能、高性能计算机甚至量子算法的机会，以分析和预测疗效，从而实现更加有效的干预——包括预防。

图 8: 多平台数据联合助力医疗平等



了解导致数字不平等的潜在因素（有时为动态因素）可以避免其恶化，这一点至关重要。通过积极的数字包容解决健康不平等问题需要一个有意识的过程，以便基于个人数字素养、成熟度、可用性和可负担性创建良好的用户体验。数字包容不仅适用于接受医疗服务的人群，也适用于医疗机构和社区医务人员，因为他们可以与以前无法联系的专家和服务机构联系起来。

总之，提升数字访问、基础设施和互联互通大大有助于解决健康差距。使社区和个人能够利用技术来提升他们对疾病的了解和反应，有利于促进基于环境背景和可用资源的健康决策。目前数字健康领域显著且不断增长的市场投资可以打下良好的基础，对子孙后代的医疗平等、患者疗效和医疗效率产生积极的影响。

真实的碳足迹

脱碳计划必须从整体上来看待，而不能从单个参考框架的角度来看待。创新的方式需要进行重大变革，以便在脱碳工作中进行协同以实现集体效益。

加大投入

二氧化碳的影响不再像第一次工业革命期间那样被视为一种外在因素³⁴。它现在是我们健康和福祉责任的一项基本内容。科学和技术可以对人体的预防、治疗和救助做出重大贡献，对环境也是如此。

继2021年11月在格拉斯哥举办的第26届联合国气候变化大会（COP26）之后，限制人类对地球产生影响的紧迫性仍在不断攀升。相应地，各种目标、计划和协议不断修订，而未来碳中和世界的宏伟愿景也已打造就绪，包括从万物电气化到碳封存和绿氢经济的各种宏伟构思。

应对挑战

这种大局观毫无疑问十分必要，但大多数企业无法直接投身于这种大规模和变革性的计划。那么，他们如何才能成功而有意义地踏上自己的碳中和之旅呢？大家如何才能为更具可持续性的未来做出自己的贡献呢？尽管参与绿色计划的机会非常多，但是这些问题的答案可能并不像表面上看起来那么简单。

不可忽视的是，我们面临着一个系统体系的问题。它具有复杂的相互依赖关系，不能从孤立的角度来看待。任意特定的计划似乎都可以通过某种参考框架提供效益，若从整体上看，这些效益则有可能降低甚至被否定。举例来说：购买和使用电动汽车（EV）在减少对碳氢化合物燃料的需求方面非常有意义，但只有用无碳

电力给电动汽车电池充电时这个效益才能够得到实现。此外，与汽油车相比，在制造电动汽车的碳排放影响完全抵消之前，我们还必须通过盈亏平衡点³⁵。这还没有考虑为生产电池而开采原材料造成的可持续性和道德影响³⁶。

针对性的脱碳计划和法规有助于填补特定漏洞和推动社会变革，但我们必须避免在其他地方产生意外的破坏性后果。这就要求我们在脱碳战略中采用一种系统体系方法。

从各个维度了解脱碳问题

脱碳系统体系问题涉及六大维度：

- 技术——拟议的变革在技术是否可行？
- 经济——如何为转型和持续运营提供资金？
- 外在因素——变革有什么广泛影响？
- 监管——如何实施运营变更？
- 道德——人权将受到什么影响？
- 社会——所需变革的接受度和采用率如何？

所有这些维度都必须共同展示出一个整体效益。例如，旧地下矿井的碳封存³⁷可能会带来立竿见影的效益，但长期外在因素是否得到充分理解，这个过程是否会遇到与水力压裂法³⁸一样的社会反对意见？我们也不能忘记，对于某些经济体来说，如果要实现全球协定的目标，那么他们有可能别无选择。

我们迫切需要通用本体来确保系统和目标拥有共同的语言，并符合通用和统一的原则。我们需要工具来提供所需的全局视角，并能够通过数学计算来理解所做出的决策和所采取的行动的相互依赖性和外在性。在这个方面，数字技术可以发挥重要的作用。

了解物理世界运营的端到端影响，需要一种系统体系方法。虚拟领域可以通过模拟、预测和优化提供有价值且可操作的洞察力。



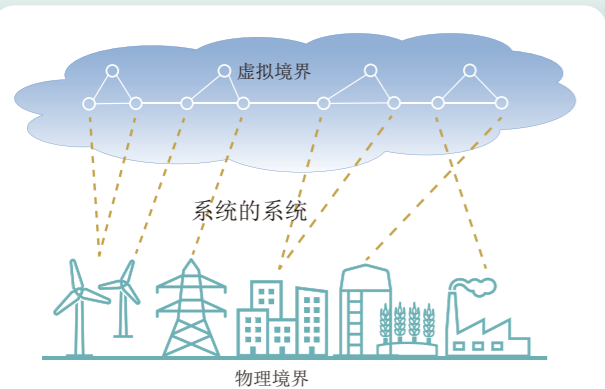
超越范围三

特别是，行业平台生态系统³⁹的出现使我们有机会更好地了解范围三⁴⁰的碳排放，并使各个组织有机会参与更为广泛的计划。它甚至有助于我们了解其他系统体系维度，比如价值链的外在因素，从而有效地超越范围三。这一步对于了解脱碳计划各范围的利弊来说至关重要。应该强调的是，我们并不是提倡用一个包罗万象的平台来管理所有相互关联的消费和价值链，因为这种做法根本行不通。但我们确实认为，“平台的平台”架构将会出现，在通用商定本体的推动下，我们有可能交流洞察力、计算真实的碳影响，以及探索解决脱碳挑战的方案。

这种协作方法有助于我们更好地发现最大的挑战和机遇，并帮助行业企业、监管机构和政府将原本孤立的计划联系起来。我们有可能在废热交易、废弃产品回收、外在因素补偿支付、总碳足迹场景计算等不同领域见证全新生态系统的出现。

正如第一次工业革命那样，我们预计以下领域将不断取得进展：发现新的材料和催化剂；以更加有效的虚拟方式执行工作；开发新的节能技术，如DNA存储和计算⁴¹；以及发展清洁能源网络。但这一次的不同之处在于，我们使所有这些创新能够在脱碳工作中进行协同，以实现集体效益。

图 9: 了解真正的碳足迹



34. 未反映在生产者价值链中的成本或收益。

35. reuters.com/business/autos-transportation/when-do-electric-vehicles-become-cleaner-than-gasoline-cars-2021-06-29/

36. borgenproject.org/alternatives-to-cobalt-mining/

37. reuters.com/business/cop/miners-look-carbon-capture-move-beyond-net-zero-andy-home-2021-10-29/

38. 一种钻井技术，用于从地下深处提取石油、天然气、地热能或水资源。

39. 参见“行业平台生态系统”一章。

40. 《温室气体（GHG）核算体系》的范围3包括组织主营业务上下游的间接温室气体排放。

41. atos.net/wp-content/uploads/2021/07/techdays-2021-dna.pdf



跨越鸿沟

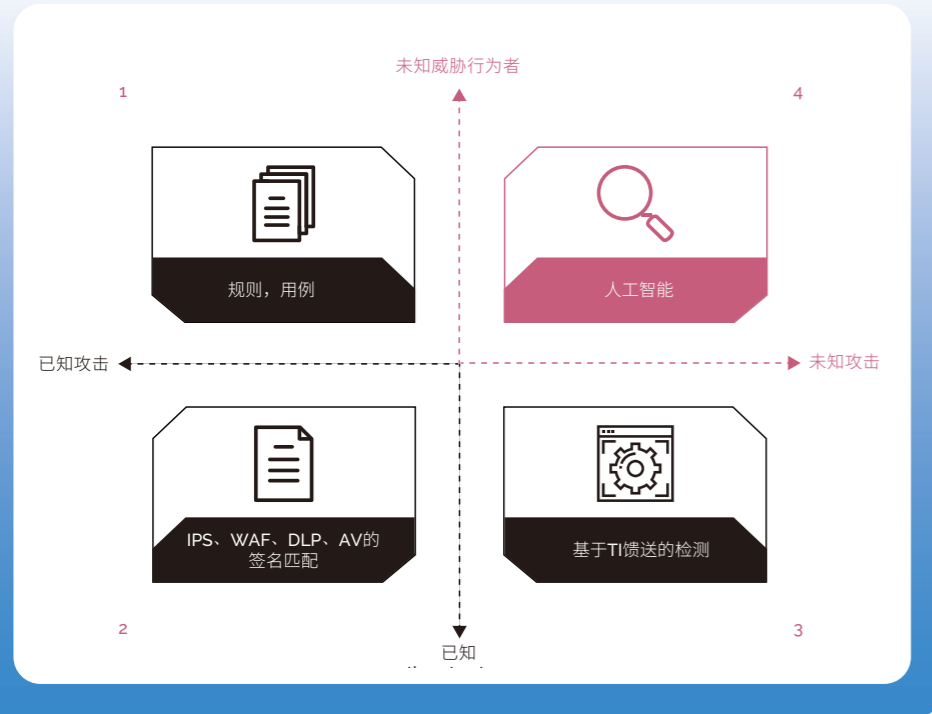
迁移至更加虚拟化的世界会带来哪些挑战？预计将会有哪些影响和风险，以及如何缓解？

网络人工智能之战

人工智能将越来越多地用于网络安全攻击和防御。认知人工智能（Cognitive AI）将成为防御一方的重要力量倍增器，因此应该置于其战略战术的核心。

近年来，网络犯罪增长惊人：企业电子邮件泄露攻击每年翻一番，网络钓鱼呈现两位数增长，勒索软件占到网络侵权事件的10%以上。来自未知威胁行为者的高度组织化和针对性攻击造成的损害最大，他们通常是一些伪装身份的网络犯罪分子和民族国家。这些攻击通常会花费几个月时间，涉及复杂的技术和社会工程工作，并且越来越多地使用人工智能技术。传统的处理方法主要依赖于签名、规则、威胁情报和基于场景的手动安全编排、自动化和响应（SOAR），因此无法有效地应对此类攻击。勒索软件攻击的高成功率遗憾地证明，现有的网络安全技术再加上网络安全专业人员的短缺，使得我们无法应对各种复杂的威胁。

图 10: 目前的威胁和网络保护格局



为了更好地应对不断增多的各类AI攻击，网络安全创新者自己也开始将AI应用于网络保护。

展望 2026

我们认为，人工智能攻防双方之间的战争将成为未来网络安全的核心。到2026年，大多数攻击应该属于威胁格局的右上角（图10）。而且，暴露和风险也会增加，并被没有周界防护的云、边缘和集群领域进一步放大。数以十亿计的智能设备将扩大智慧城市、各行各业和家庭的攻击面。

事实上，人工智能技术将被网络犯罪分子用于经济攻击、战略犯罪、恐怖主义和第五代战争。它将使攻击者有机会达到关键基础设施清算以及金融、国防、健康或通信系统大规模不稳定的险恶目的。通过基于深度伪造的社会工程，网络不稳定的情况将会激增。网络领域将成为敌对民族国家的主要战场，甚至通过数字渠道实施恐怖主义和政治暗杀也很可能成为一种现实（例如：入侵植入器官或自动驾驶汽车）。

剑发展了，盾也得发展。认知人工智能（CAI）可以模仿人类对侠义问题的思考，并协助人类就广义问题做出决策，我们相信，它的发展将使天平朝着有利于防御一方的方向倾斜。CAI有潜力让我们最终成功防御高级网络威胁行为者的攻击。

我们预计，CAI的发展将会加速。扩展机器学习（ML）和深度学习应用的早期实施项目将于2023年左右开始出现，到2026年其用例更将迅猛增长。



现在与2026年相比，人工智能在网络安全领域的发展情况如下表所示：

现在人工智能在网络安全领域的使用情况	2026年人工智能在网络安全领域的发展情况
使用无监督学习算法，有限使用有监督深度学习算法。	使用高级深度学习算法，形成认知人工智能。
缺乏网络侵权事件存储库，深度学习和高级人工智能的使用局限于少数网络安全用例（例如：恶意软件和网络钓鱼电子邮件）。	能够利用有限数据集的节俭人工智能（Frugal AI）将推动CAI的发展。使用信号而非数据进行深度强化学习。自监督学习可以客服对正确样本的需求。 数据共享框架和多方计算（MPC）模型可以为深度学习算法创建大型网络侵权数据集。
人工智能法律框架和伦理框架仍处于概念阶段。	到2026年，成熟的人工智能法律框架和伦理框架将成为现实。可追溯、可解释的人工智能和规范将成为监控人工智能法律和伦理合规的关键机制。

2026年认知人工智能的利用

CAI的利用应该使天平朝着有利于网络防御和弹性的方向倾斜，特别是在以下领域：

- **认知威胁搜寻**
CAI算法将模拟威胁猎手的角色，以实现高保真检测和规模经济，从而通过较小的CAI辅助团队而不是专业的猎手大军来缩小网络安全人员配备方面的缺口。
- **认知安全编排和响应**
CAI将SOAR平台从手动设计变为自主学习，以生成攻击缓解响应步骤，并充分利用边缘或集群设备，以提供高速和大规模的情境智能响应。
- **基于联合学习的网络威胁情报（CTI）**
CTI将可信地联合起本地威胁情报源，以此尊重数据主权要求。
- **数据公平保护**
数据公平⁴²原则将有助于实现自信数据共享并释放数据价值。利用CAI检测恶意的数据更改可以保证数据的可靠性并实现公平的决策。

- **CAI用作虚拟CISO（首席信息安全官）伙伴**
CAI有望协助CISO开展风险管理决策，从而为各种战略计划腾出时间。
- **自我修复系统和网络弹性**
最终，CAI将实现系统的自主自我修复。它将根据恢复点目标（RPO）和恢复时间目标（RTO）来评估并选择最佳方案，从而协调快速网络侵权恢复。

安全保护是剑与盾之间永无止境的创新之战。网络犯罪分子将进一步利用人工智能，而认知人工智能的使用有助于实现切实的防御。为了有效防御有组织犯罪和敌对民族国家的攻击，各组织现在就必须将人工智能和认知人工智能置于自己防御战略战术的首位。

⁴² atos.net/wp-content/uploads/2021/02/preparing-for-rebound_after-covid-crisis.pdf

数字化弹性：反脆弱之道

互联互通和数字化让系统变得越来越复杂和相互依存。技术不断发展，价值流动增加，社交媒体互动倍增，新的生态系统建立。

复杂性增加，不确定性也随之增加。此外还经常发生各种重大的意外干扰：市场崩盘、自然灾害、健康危机，以及其他内在或在外的冲击。不过，我们有一个应对种种混乱的秘诀。

趋势不太可能逆转，所以我们必须学会预测意外并与其共存。冲击的性质似乎也在发生变化，包括频率、强度和破坏程度。危机过后，经营环境往往与旧常态大相径庭，以至于企业无法继续像以前一样经营。适应是必须的。然而，我们不能只求生存，不求发展。

人们在不可预测性、复杂决策和不确定性领域已经开展了很多强有力的研究工作，但其成果尚未被企业或社会充分利用。

一种新的风险管理方法：投资于反脆弱

为什么没有充分利用这些研究成果来解决那些关键的问题呢？可能是因为这些研究成果挑战了所谓的共同智慧、既定信念和主流观念。在整个工业时代，组织的结构都是为了最大限度地提高短期效率，即便到了现在，风险管理仍被视为一种成本，危机仍被视为一种需要避免的东西，预测仍被视为一种需要掌握的技能，

超优化仍被视为一种有利可图的行为，坚韧也仍被视为脆弱的反面。然而，像这样的说法已不再经得起考验。

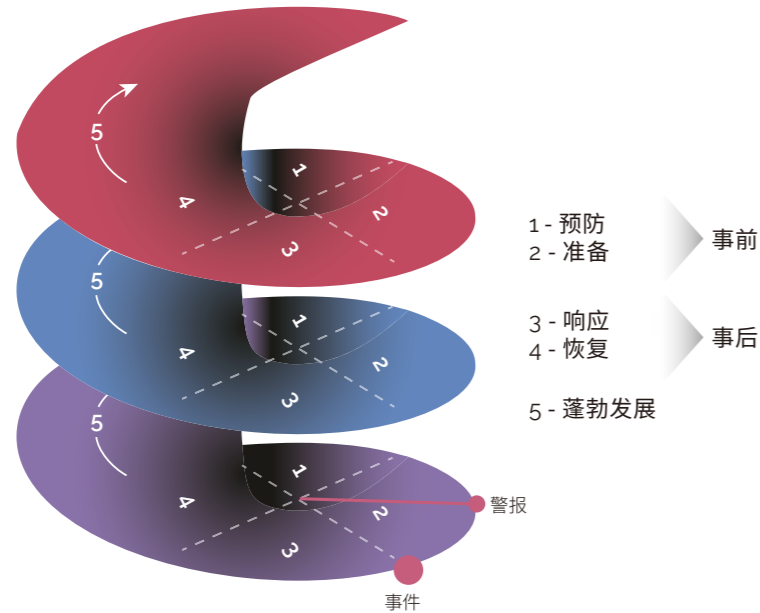
当然，危机袭来时，坚韧要胜过脆弱。脆弱的东西在压力下会破碎，而坚韧的东西能够抵抗住压力。但是，坚韧有可能过于僵化。正如金融分析师Nassim Taleb指出的那样，脆弱的反面不是坚韧，而是反脆弱⁴³：从冲击中获益和繁荣发展的能力。

危机危机，有危就有机。新的市场变得可及，新的客户需求需要满足，生态系统发生变化，竞争格局重新调整。传统的风险和灾害管理周期包括四个阶段：事前的预防和准备，以及事后的响应和恢复。在图11中，我们建议以新的方式来管理这些传统的阶段，并将它们延伸至新的第五阶段：蓬勃发展。

只能做到设法恢复的组织将会保持其原有的弹性成熟度水平。

能够调整自身结构以利用各种干扰的组织，则可以提高其成熟度水平，达到反脆弱的高度。他们从冲击中受益，在危机中成长，并在新的环境中蓬勃发展。有了蓬勃发展这个目标，风险管理便成为了面向未来的战略投资。

图 11: 反脆弱之道



43. Nassim Nicholas Taleb, 《反脆弱性》, Random House (美国) 和 Penguin (英国), 2012年

反脆弱蓬勃发展的六个关键杠杆

反脆弱准备的最佳实践已经开始出现。有些来自于数字化的开拓者，有些来自于新的组织模式，例如：去中心化自治组织（DAO）。它们为分析和行动提供了可操作的框架。

1 在制定战略之前先制定一个明确的目标

企业要想在危机中坚守正轨，就必须有一个指导性的目标。在不断变化的环境条件下，这个目标既可以将人们紧密团结在一起，又允许战略和战术迅速调整。

2 发展员工赋能文化

员工适应性是成功的反脆弱企业的DNA的重要内容，因此赋能至关重要。创建支持变革的文化需要调整观念和技能，利用广泛的专业和人才，让员工有机会成为T型人才并精通不止一门学科，同时允许实验和偶尔的失败。

3 模块化互联结构促进生态系统协作

在大型组织中，颠覆性的变革会产生连锁反应。即便付出一些冗余的代价，模块化、松散耦合的组织结构也比官僚主义的组织结构更具弹性，因为前者能够快速剥离某些部分，从而挽回或发展其余的部分。成为更广泛的商业生态系统的一部分也有助于提高弹性。在艰难时期，互补关系使企业能够共享员工、数据、供应链等等。

4 扩展敏捷的工作方式

在瞬息万变的世界中取得成功需要不断探索新的商业模式，通过市场测试其可行性，如若可行，则扩大其规模并着手新的迭代。实践证明，在成熟的企业中采用精益创业的概念比较困难，因为他们害怕失去市场份额。具有讽刺意味的是，这种损失往往是保守管理危机造成的结果。

5 采用灵活的战略规划

战略灵活性需要敏捷的财务思维，认识到世界的非线性。传统的资本配置方式比较缓慢。在危机中迅速做出反应需要具备灵活的资本组合重新分配、撤资和收购等能力。在危机中，一般的资本组合可能暂时不可行（供应不足、需求不足）。多样化但平衡的资本组合则可以让企业在业务受到干扰的情况下维持正常运行。

6 使用新的KPI来管理波动

高级KPI对于反脆弱组织至关重要。有些用于预测干扰及早发现干扰，有些用于评估脆弱性和反脆弱措施的成熟度，还有些用于评估实现蓬勃发展的能力。

基于人工智能的分析和临近预报⁴⁴技术可以在这个方面发挥战略性的帮助作用。数字化将带来更大的波动和风险，同时也会带来新的平台，以便更好地预测、实时地协作和调整。也就是说，数字化既可以造成问题，也可以提供问题的解决方案。

在2026年高度波动的无边界世界中，调整组织的战略、文化、结构、工作方式、规划和KPI以变得反脆弱，这可是关系到生死存亡的大事。最佳实践也许因行业而异，但在将来的危机中实现蓬勃发展必定始于现在的准备工作。

44. 预测经济指标的当前以及非常近期的过去和未来的状态

经济模式 对技术和社会的影响

技术创新始终是经济发展的驱动力，可以用作效率、生产力和增长的催化剂。事实证明，数字技术比大多数技术更具颠覆性。然而，尽管数字技术具备各种积极的价值，它们也有可能造成许多的不平等。这就提出了一个问题：推动技术增长的稳固经济模式是否应该调整，以反映相关投资指标并确保可持续和公平的结果？

需要不同的思维方式

在短短一个多世纪的时间里，尤其是全球疫情肆虐的当下，社会始终被一个所谓的正统经济观念主导，即：追求增长。我们评估的内容和方式塑造了我们开展业务以及衡量个人和集体成功的方式。然而，随着我们的经济交互日益数字化，我们似乎掉入了一个陷阱，认为针对过去全然不同的社会环境设计的传统经济模式仍然适用于现在。仅衡量产出而不衡量结果和影响的经济理论可能会产生重大的负面后果，尤其是当我们面临着消费不断增长对地球持续造成影响这一严峻的现实时。国内生产总值（GDP）不能是衡量社会成功程度的唯一标准。

最近以及当前发生的危机正在摧毁某种现有的正统经济观念，许多政治家和行业领袖似乎愿意采取集体行动来进行变革，这在几年前是不可能的。

这个世界的巨大挑战不能孤立地解决

我们目前正处于一个拐点：现有的商业和经济模式不再符合人类的需求。企业、政府和监管机构必须对人类活动的影响负责，不仅包括对地球的影响，而且还包括对依赖于地球的社会稳定性和结构的影响。事实上，可持续发展报告越来越注重更广泛的ESG（环境、社会和治理），我们必须对采用新的经济模式持开放态度，因为这些模式将影响我们资助、设计和部署技术以塑造社会的方式。然而，总的来说，我们尚缺乏公认的指标来帮助可视化并评估各种干扰的影响。有几种理论方法支持的技术发展可以与我们的星球和谐共处，而且可以减少社会分裂。其中包括侧重于在地球边界内经营企业和社会的甜甜圈经济学模式⁴⁵；还有公地经济，这种模式侧重于借助公共资源和互联网的力量，以创建自组织的生成式技术基础设施⁴⁶。

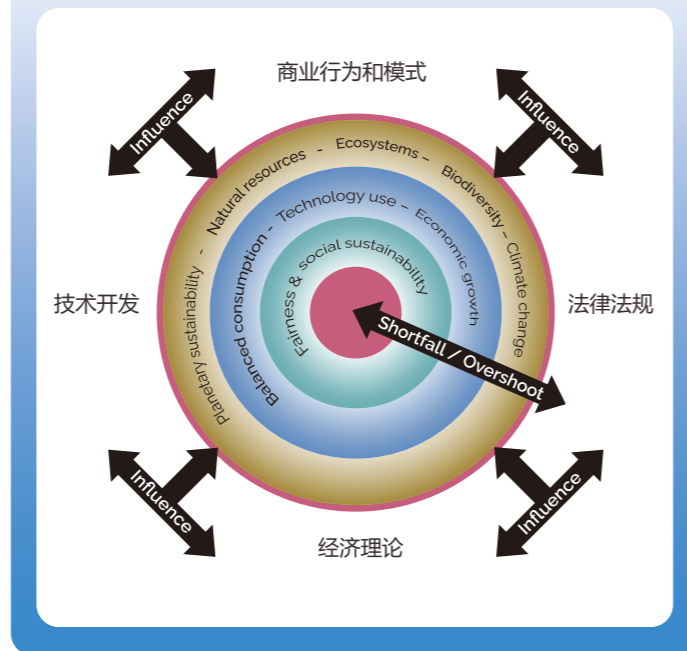
45. doughnuteconomics.org/about-doughnut-economics
46. primer.commonstransition.org/1-short-articles/1-3-what-does-a-p2p-economy-look-like

可以为社会带来更好的结果吗？ 评估您希望改变的东西

在宏观层面，我们迫切需要重新定义经济成功，并摆脱以开采和消费为重点的具有潜在破坏性的商业模式，因为这样的模式往往有利于短期主义。

改变我们投资和监管技术的方式会对开发和交付技术的组织的行为产生深远的影响，例如碳税、绿色能源补贴、维修权立法和无障碍法规，企业应该将这些视为重塑其价值模式的机会。

图 12: 经济、技术、商业和社会之间的相互作用



改变科技企业的融资方式

我们应该花点时间探讨下面几个问题：我们如何支持创业和发明？融资债务抢占市场对投资者以外的任何人都有好处吗？民族国家应该更多地参与支持创新，还是政府会扼杀快速行动所需的灵活性？通过具有投票权的负责任和可持续的长期债券进行融资，也许可以平衡实现股东价值的需求驱动的短期主义。

谁负责变革——经济学家、市场，还是政府？

纽约哥伦比亚大学法学院教授Katharina Pistor认为，目前世界各地的法律和法律制度只保护股东的利益。然而，投资者很少对其投资的潜在负面影响负责，而只是在利润下降或投资不再适合社会需求时抽身退出。这意味着最终的金融风险由社会来承担，例如：用税收资金纾困银行和化石燃料行业。我们预计监管将会塑造市场，而且，如果GDP不合适，那么新的经济

47. degrowth.org/definition-2/

理论（如甜甜圈经济学）在消费减少和经济衰退⁴⁷时可以帮助定义更为平衡的成功衡量标准。

企业领导者必须专注于新型的价值创造

越来越多的机构投资者希望投资于对地球和整个社会来说具备可持续发展特征的组织。企业的结构和运营方式将会影响未来的融资机会。企业若不能及时调整，则有可能遭遇资本撤出和收入流减少。我们预计，企业内部和相互之间的协作对于共同的价值创造非常重要，就像前些年的竞争一样。作为技术专家，我们可以投资于各种解决方案，帮助我们评估和了解影响。我们可以选择对社会负责、包容和公平。我们可以建立各种奖励结构，以支持对社会负责的行为，并停止以牺牲人类和地球的中长期利益为代价来追求短期财务增长的行为。

技术和监管

制定以技术为中心的有效监管需要许多利益相关方协调一致，以避免不可预见的后果和法律漏洞。当数字技术本身被用于实现监管者和被监管组织之间的协作沟通时，相关流程的有效性就可以得到提高。

复杂但不可避免的关系

从历史上看，技术和监管的共存就没有容易过。技术专家通常视监管者为行动迟缓的官僚，不仅受到过时观念的束缚，而且满脑子都是政治意识形态。监管者则常常视技术支持者为机会主义分子，不仅痴迷于经济成功，而且与社会责任严重脱节。针对复杂的技术问题制定良好的监管法规变得越来越困难，需要在许多利益相关方之间进行微妙的平衡，并避免不可预见的后果和法律漏洞。但是，技术监管又非常必要，有助于避免不公平的商业优势和社会不平等。

到2026年，我们将会看到全球监管活动不断增加，并对数字企业处理业务的方式产生重大影响。2021年，在世界各大监管区我们已经看到了影响深远的监管行动：中国在每一个技术维度都实施了干预，美国对数字化支持者采取了更为挑剔的态度，而欧盟则竭力推动了对社会负责的数字服务。

在这种背景下，组织必须解决三个重要的问题：

- 数字技术如何帮助政府设计并执行更好的监管法规？
- 数字技术如何帮助企业更好地遵守监管法规？
- 组织如何才能更在监管更加严格的环境中实现蓬勃发展，甚至发现新的机会？

数字化的监管：绘制战线图

从公民的角度来看，现有的隐私监管法规以及人工智能伦理等领域的监管法规将不断发展演变，最终形成《人类数字权利宪章》。数字市场监管法规将解决竞争和税收等关键问题，同时应对复杂的地缘政治场景和不同行业的特殊性。安全监管法规将其适用范围从较低层面的技术标准持续扩大到系统层面的治理因素，因为它们必须变得更加全球化才能应对无国界的网络攻击。最后，环境监管法规也必须迅速出现，以提供各种手段应对气候危机。

监管的数字化：利用技术改善监管

如果我们将监管生命周期总结为设计-实施-评估-增强，那么数字技术就有机会为监管的实施带来重要的洞察力和敏捷性。在设计阶段，模拟与人工智能相结合可以帮助预测复杂社会经济系统的负面后果。我们预计监管沙盒⁴⁸将得到更多的采用，在各个行业领域开展受控实验。除此之外还会辅以各种协作工具，以促进许多利益相关方参与政策的制定和测试。

一旦进入实施阶段，自动化就成为了确保高水平合规性和成本效率的关键，从而将RegTech⁴⁹的概念从目前的金融领域扩展到其他领域。自动化的影响将从较低层面（物联网的嵌入式安全合规）逐渐深入较高层面（脱碳和ESG报告）。此类解决方案将得到联合数据平台的支持，而这些平台基于欧盟Gaia-X等数字主权计划的信任标准。

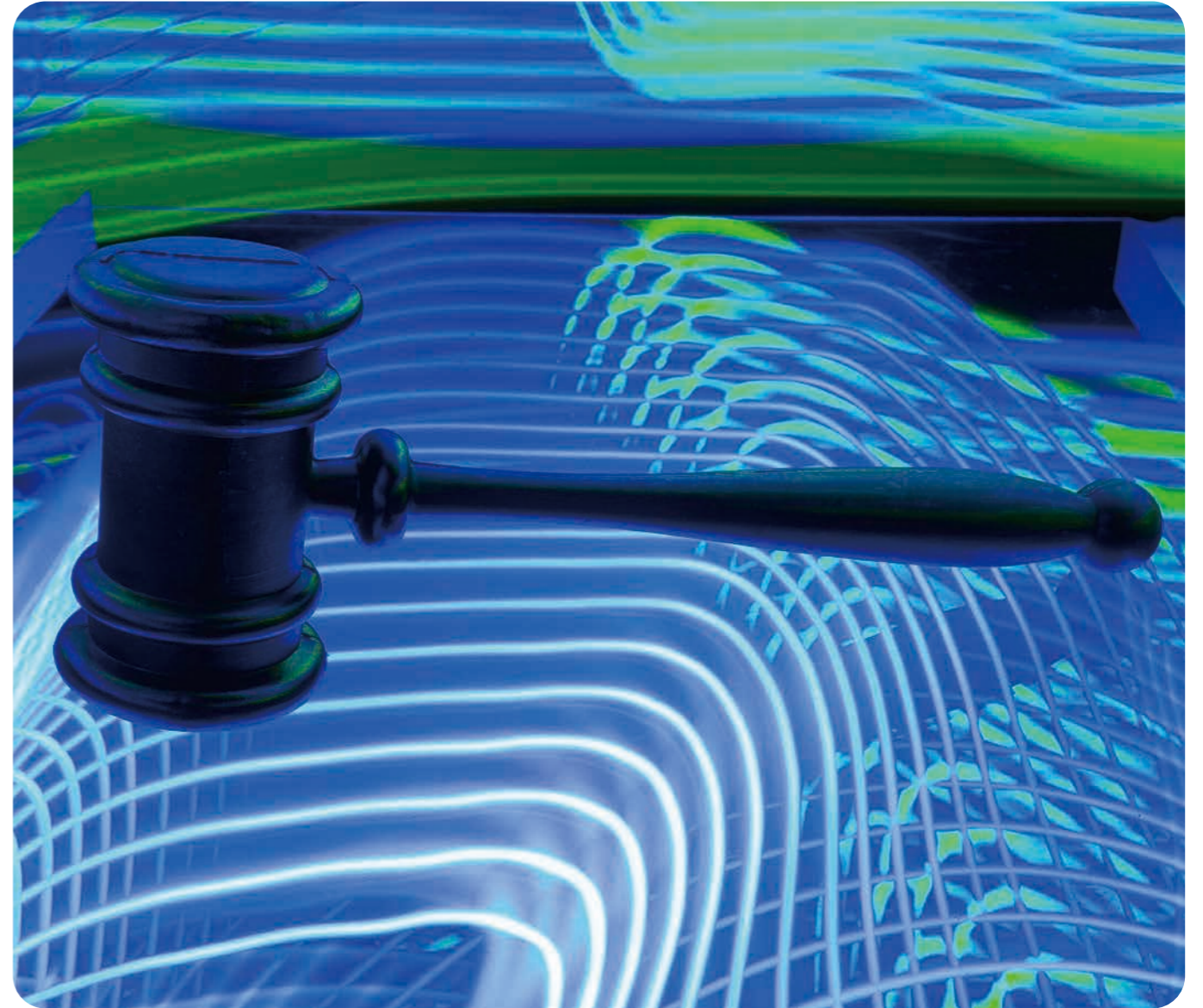
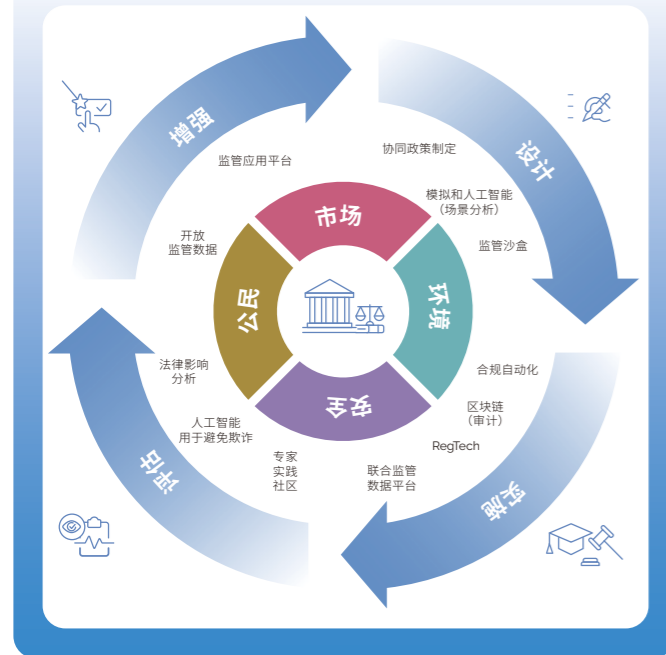


图 13: 将监管生命周期数字化



技术监管发展的预期影响总结了未来四到五年内可能出现密集监管活动的最重要领域。

48. 一种监管框架，允许创新者在监管机构监督的受控环境中进行现场实验。
49. RegTech 涉及为帮助克服金融服务监管挑战而开发的新技术。

借助富含更多数据的监管模型，高级分析和人工智能可以帮助检测潜在的低效情况并评估其影响。此外还可以通过更为彻底的改进来增强监管的价值，例如，借助开放数据和应用平台提供以监管为中心的服务，从而提高政策透明度。

监管者确实需要更加深入地接纳技术，但他们也必须高度认识技术的局限性。隐私处理不当、人工智能的数据偏差效应、在基于区块链的解决方案中智能合约存在潜在的不透明性，诸如此类的种种问题导致的结果有可能更甚于最初希望解决的监管挑战。

在受监管的数字世界中生存（并蓬勃发展）

需要改变的不仅仅是监管者。大多数组织对监管都表现出一种被动的（甚至是防御性的）态度。从长远来看，这只会增加他们的业务成本，包括适应新法律要求的直接成本，以及不合规造成公众认知不佳的间接成本。

在现有技术和新技术的支持下，积极主动地配合监管者的工作将有利于企业。这样不仅有助于调整解决方案以适应逐渐出现的技术趋势（例如：人工智能伦理和脱碳方面的技术趋势），而且还有助于应对颠覆性的法律变化（例如：2021年中国的监管打击行动⁵⁰）。这就需要法务和合规部门的职能和数字能力进行重大修改。

预测全球监管的发展很难。但有一点似乎是确定的：2026年，数字业务将受到更加严格的监管。这不一定对企业或社会不利。如果监管者和被监管的组织紧密协作，充分利用数字技术的潜力，那么相关流程将会简化，甚至成为催生全新社会和商业机遇的沃土。

50. economist.com/business/what-tech-does-china-want/21803410

重新审视 企业数字责任

数字时代及其后的新企业责任

企业数字责任（CDR）必须逐步变革，以反映技术的发展及其对社会日益增长的影响。

价值和脆弱性

虽然数字技术带来了令人难以置信的好处和价值，但也暴露了个人、生态系统和自然环境的新脆弱性。那么如何确保我们顺利且可持续地获得回报，而不给社会造成意想不到的破坏性后果呢？

企业承担社会责任的理念可以追溯到几个世纪以前，体现在他们为穷人提供学校、医院和住房等慈善行为。但是直到1950年代，企业社会责任（CSR）的具体原则才得以制定，而早期关注的重点是公民权利、污染、人口增长和自然资源枯竭。

70年后的今天，企业社会责任的部分核心原则已纳入法律，但另一方面，自由市场经济（特别是在西方）不断发展，政府监管持续放松。现在关注的重点已转移至商业道德和企业社会责任，这是对股东或利益相关方压力的明确运营回应。欧盟企业社会责任和可持续发展目标战略等项目框架将企业社会责任提升到了战略层面，然而对于合法创造价值的企业来说仍属自愿性质。

数字技术成为了商业价值创造的主要源头，在这种背景下，企业数字责任（CDR）号召组织对其数字化转型的负面外在因素负起责任，并在此过程中防止我们的社会变得脆弱。

在创建负责任的企业决策框架方面，人们已经做了许多尝试。国际CDR宣言⁵¹便是一个很好的例子，它的七项核心原则如图14所示。在整个2026之旅中，技术发展趋势预计将延伸和测试在这些及其他原则下制定数字责任的方式。

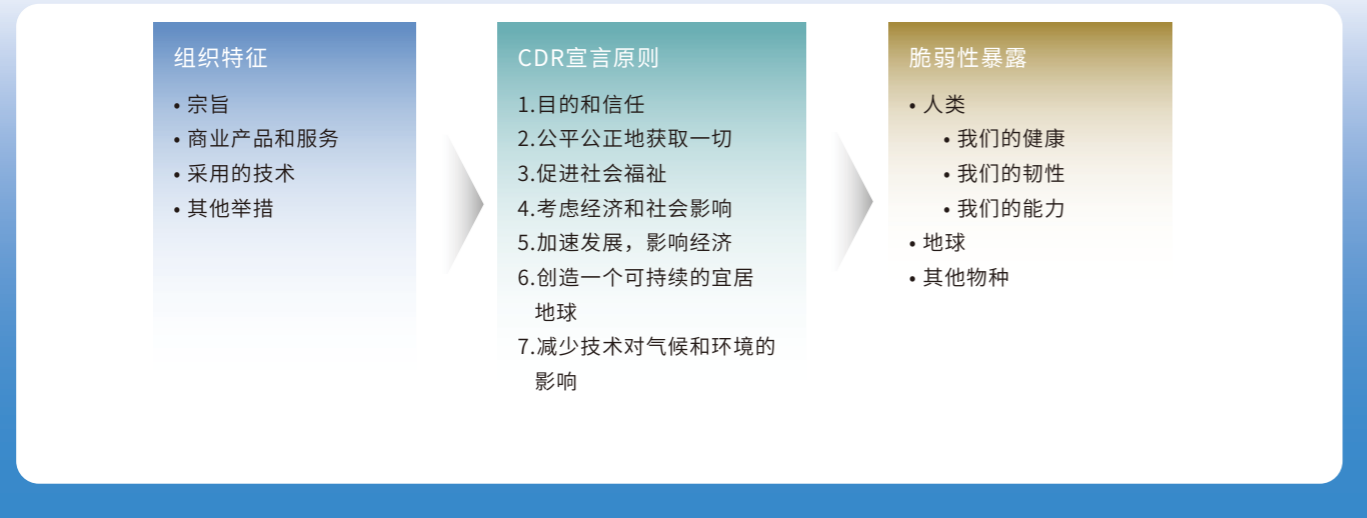
新一波变革

现在，展望2026年，我们预计世界将经历一场深度改变游戏规则的数字化和虚拟化，那么我们有必要问一问，怎么做才能将数字责任真正嵌入我们价值创造原则的核心。

我们对2026年的总体愿景是解锁新的虚拟维度，从而产生各种虚拟和混合现实：物理系统和流程的虚拟表示；生物实体、物理流程和系统的虚拟表示；以及交互和交换的新虚拟领域。前进的道路充满了未知数——随着我们向通用人工智能迈进，我们的经济将会发生怎样的变化？谁是转瞬即逝的商业机遇的利益相关方？我们如何衡量虚拟交易的价值？

在虚拟领域中开展运营不仅会创造新的生活和业务方式，而且也会暴露新脆弱性的形成场所，其速度和规模将超过我们慎重实施监管的能力。鉴于数字化转型可能对社会和地球产生潜在的负面影响，因此我们认为，企业需要再次采取一种自我监管的形式，

图 14: 数字时代的脆弱性模型



51. corporatedigitalresponsibility.net



类似于通过环境、社会和治理（ESG）承诺实施的自我监管。ESG框架已被经济利益相关方（以及更为广泛的社会）普遍视为企业报告的关键内容，但数字领域尚未明确涵盖其中。

展望2026年，我们认为企业将需要扩展其ESG承诺，以明确涵盖其数字战略的影响——ESG数字化（ESG-D）的新时代即将到来。

定义脆弱性

数字化变革造成伤害的一个重要原因，是有些人无法让自己的声音被听到，或者没有足够的机制来应对变革的影响。该群体包括所谓数字化转型的非预期客户，例如：地球、野生动物、幼儿、老人等。但也包括遭受各种非预期后果的预期客户，例如：网络赌博成瘾、网络欺凌、数字身份欺诈和社交媒体诱发的精神障碍。

有些人虽然因支持和使用技术而获得力量，但是当意外的健康或生活事件影响到他们的韧性或能力时，他们仍会变得脆弱。从这个意义上来说，我们大家一生中都有可能遭遇某种形式的脆弱性。

有效的ESG-D方法必须能够预测和监控此类脆弱性，并在它们出现时采取适当的缓解措施。正如我们现在希望评估和了解自

己碳足迹的影响一样，我们也应该想方设法评估自己数字足迹的影响。

2026年及其后的企业决策

为了反映在我们加速迈向新的虚拟领域时社会面临的新威胁和挑战，我们建议，企业和组织应全面分析自己的数字能力、产品和服务对非预期客户的影响和后果。完全自我监管的模式存在明显的挑战，引入监管机构的标准和鼓励将有利于证明合规，至少在初始阶段是如此。

到2026年，我们提倡扩展ESG-D模型，使其成为所有企业和组织的通用报告标准。

脆弱是指系统、个人或单位无法承受压力源的影响。

数字化的社会影响

数字公民的责任

在虚拟元宇宙中，机构和公民都希望妥善利用数字化，在技术带来的新机遇与不断发展的社会规范、社会责任和商业目标之间取得平衡。

数字化：社会变革的推动因素

数字解决方案有着令人难以置信的影响力，没有数字化的世界简直令人难以想象。的确，有人说数字化正在取代我们人类的某些东西，包括我们的社交互动、身体接触和真实体验。

在全球疫情中，技术保持甚至创造了个人、家庭、社区和劳动力之间的联系。虽然好处已经显而易见，但我们仍然要问一个问题：**数字化的收益总是大于成本吗？**

数字参与有着相当大的积极意义，包括提高对全球问题的认识、提供支持网络的访问权限，以及促进意见、同情心、协作和同理心的交流。然而，我们必须认识到，数字化也带来了一些负面影响，包括赢家通吃的垄断风险、永远在线的注意力经济的破坏性心理影响，最终还有可能导致监视社会的出现。这些趋势自我强化，甚至自我创造，导致数字解决方案成为社会的塑造者，有时完全不考虑其下游影响。

我们如何才能利用技术的好处而不让它产生社会风险和不等呢？数字平台不断改变我们的社会观念并超越我们的文化，那么我们作为数字公民应该担负起什么责任呢？

通过数字平台推动社会变革

人们、政府和组织在不受约束的社交媒体平台上相互影响，有可能造成潜在的失衡。从疫苗到政治，从气候变化到名人，种种讨论不再基于严格的事实，而是在很大程度上受到网红及各个平台回声室效应集体放大的情绪的塑造和推动。

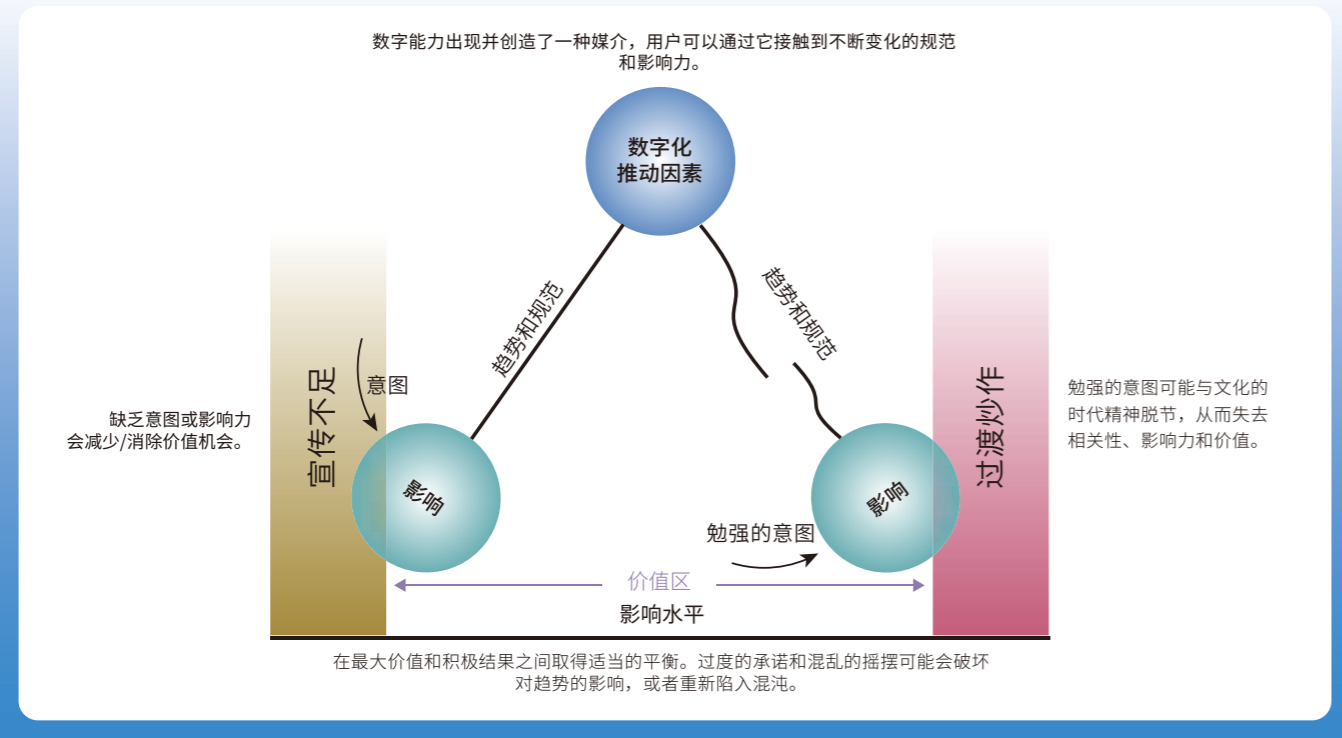
通过数字化，任何人只要拥有足够强大的社会存在，那么无论是政治家、个人、名人还是商业领袖，都可以发挥前所未有的影响力，操纵对话以推进个人、商业或政治议程。社交媒体上的持续关注深刻地影响着我们的观点、规范和价值观，并进而影响着我们的社会结构。

不准确或不诚实的信息传播真可谓势不可挡。有评论家认为，在几年内，人们用过的信息将有50%属于虚假信息。深度伪造的发展将使辨别真假变得越来越困难。

随着技术不断发展，以及算法和社交媒体业务模式人为地放大某些类型的信息，数字世界与现实脱节的风险越来越高，并促使社会发生分裂而不是紧密团结起来。



图 15: 平衡影响力和意图以获得积极的结果



促成社会数字平衡

关于如何以及何时应用技术的意见因文化、地理、年龄和性别的不同而迥异，并且似乎在不断地发生变化。因此，数字化本身逐渐成为了一个主观的话题。

在寻求明智的决策时，我们必须问自己以下几个问题：

- 我们如何才能将操纵和炒作与事实区分开来，以使我们能够促成适当的社会数字平衡？
- 我们如何才能利用社交平台的力量来实现公开的思想碰撞，并为互利举措凝聚集体共识，而不是助长社会两极分化？
- 我们如何才能在塑造技术的同时客观地权衡其利弊，以避免可能的负面影响？

技术的影响变得日渐复杂和充满争议，无论是因为它们越来越相互交织，还是因为主观意见开始发挥作用，从而形成了单靠某个方面无法独自解决的技术炒作情形。为了确保数字技术真正提供预期的优势，每个利益相关方都必须平衡技术的意图和影响力，以便在不超出价值区的情况下产生积极的影响。

随着人们不断探索应对失业、教育、代际问题、神经多样性和社会化等挑战的解决方案，我们必须超越炒作，确保数字影响力不会被滥用以获取短期利益。

成为负责任的数字公民

决问题的答案部分在于企业责任和公共监管。人民、政府、组织和社会必须紧密协作，以便在新的社会责任与财务及道德目标之间取得平衡。

但是，这个答案也必须来自于另一方，即公民自己。

在数字化时代，人类面临着一个始终在线、迅猛扩展的环境，这样的环境多多少少有点不自然。虚拟元宇宙的扩展只会加剧这一挑战。为了成功掌控新的虚拟前沿，机构和公民都必须妥善利用数字化，在技术带来的新机遇与不断发展的社会规范、社会责任和商业目标之间取得平衡。

数字化决策必须由经验、实用和平衡来驱动，而不能由可能忽视我们深层需求的创新追求来驱动。

即便出于善意，总是利用数字化来追求最大影响力也会产生影响深远的问题。如果我们不想在虚拟世界中迷失方向，那么作为负责任的公民，我们就必须在现实世界中打好坚实的基础。

全新的 虚拟范式

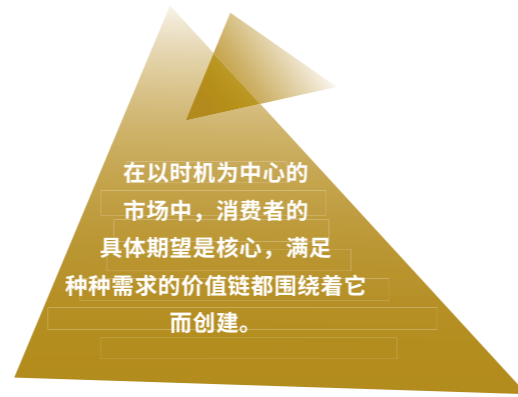
虚拟运营、通信和价值交换的新模式在哪些方面重新定义了可能的艺术？

以时机为中心的市场

数字原生代⁵²的经济影响力不断扩大，在他们的个人和职业生活中承担的决策责任也越来越多，因此全球商业预期和动态开始发生变化。消费者希望产品和服务既符合潮流又具备个性化，既满足需求又具备可持续性。

数字服务提供商试图打造自己的价值主张，来满足甚至鼓励个性化和可持续性。虽然这通常有助于提高服务水平，但是也让我们面临着日益严重的生产过剩和浪费。幸运的是，全球的人们越来越认识到，我们必须更好地管理资源，并且我们当前的经济模式需要发展和进步。

以时机为中心的市场（MCM）是一种新的商业范式，它可以很好地响应不断变化的消费者需求和产品/服务供给。在以时机为中心的市场中，消费者的具体期望是核心，满足种种需求的价值链都围绕着它而创建。所有价值贡献者都必须能够在预测能力的支持下，做出协调统一的数据辅助决策，以便不断适应瞬时的消费者行为。



打造更加密切的购买体验

新经济思维的发展始于对消费者和零售商之间动态关系的正确理解。数字原生消费者通常会参与原因驱动、同伴影响、同时反映个人身份的交易。只有通过洞察和分析消费者的购买行为、他们的好恶、他们的社会动机以及他们目前的生活状态，才能有效地管理这些可能相互矛盾的期望。这样就有了瞬时市场，当期望出现时它便建立，而当期望得到满足或遭到忽视时它便消失。于是，那些能够满足这些需求的企业成为了一种新型的品牌，他们认可传统，但却利用数据驱动的平台、社交媒体和网红来打造量身定制和更加密切的独特购买体验。

建立敏捷的品牌

为了将自己打造成以时机为中心的市场品牌，企业不仅需要改变他们的生产内容，而且还需要改变他们的生产方式。而要想确定生产内容，就必须明确客户群在任意给定时间的需求，包括了解当前需求状况和短期市场动态。传统的市场研究让位于即时反馈循环和网红预测。

衍生式设计⁵³原则将变得更加普及，因为它具备出色的敏捷性和创造力，可以快速优化设计，以满足不断变化的消费者需求。就某些产品类型而言，这种方法可以通过大规模增材制造进行强化，从而支持更具可持续性的大规模按需个性化模式，并将生产过程靠近消费点进行分布。



可持续的商业模式

MCM的运作方式使参与者有机会实现其可持续发展和财务目标，非常适用于追求人类、地球和利润三赢的企业。MCM的商业模式价值可以通过这三个因素的任意组合来实现，而不会影响其财务合理性。

MCM商业模式的一个关键特征在于它能够维持和适当回报整个价值链的所有参与者。当品牌不再只是底层的产品知识产权的时候，这一点并不总是那么直截了当。设计、生产和配送从某种线性模式转变为某种共享、动态和迭代模式。包括重新设计、再利用和回收在内的循环原则在可持续的MCM商业模式中也占有重要的地位。只有通过包含可信数据交换、软件智能合约和跨企业流程联合的数字供应链管理方法，才能有效管控这种复杂性。

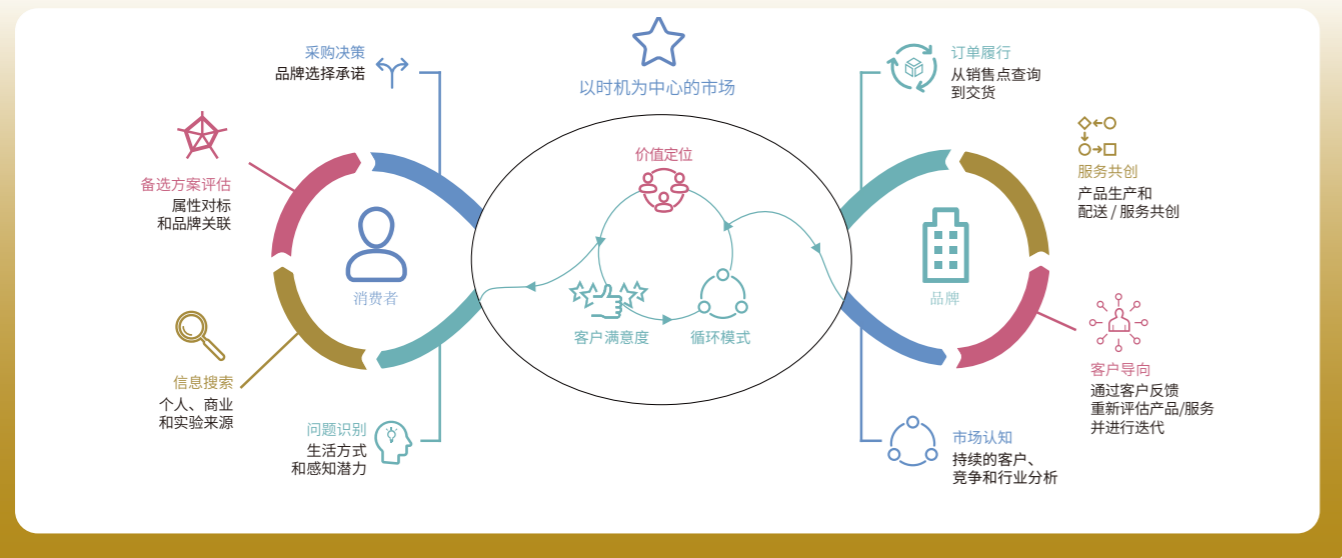
MCM原则的首批具体实施项目部分见于时装行业。初创企业和时装公司利用规范分析来预测真正的购买时机，并主动提供含按订单生产的产品线在内的产品/服务做为回应。买方可以积极参与，

对围绕他们自己的3D身体扫描结果构建的个性化设计方案进行配置，从而选择更多的颜色、剪裁和样式。然后在具备零浪费敏捷生产能力的工作室或本地微型生产单位对所选设计进行原型制作，并在尽可能短的时间内交付。

以时机为中心的市场消费方法可以有力地应对生产（数字期望）和生态（资源和浪费）方面日益增长的经济挑战。它能够精准地满足需求，同时尊重我们地球的生产承受极限。但需要注意的是，这种满足任意奇妙想的能力很可能导致总体消费的激增，从而抵消部分积极效果。对此，我们可以借助经济（定价、耐用性）和心理刺激（冲动管控、影响认知等）来进行控制。

MCM的内在运作方式和发展迹象似乎离我们当前的全球供应链相去甚远，但是，通过确保消费者和品牌商之间的服务共创以推动商业模式的发展和随后的供应链转型，我们可以相对轻松地迈出关键的第一步。

图 16: 互联互通的以时机为中心的市场周期



52. 特别是出生于1995年至2010年之间的Z世代。
53. 一种迭代设计过程，它利用智能自动化来生成符合某些需求约束的输出。

改变通信规则

通信行业的商业格局正在发生根本性的变化。超大规模云提供商开始进入通信服务市场，他们带来了全新维度的服务多样性和极致的性能。与此同时，传统的通信服务提供商（CSP）也在利用云技术使网络资源及其上运行的数字服务更易于获取和更加自动化。

CSP、超大规模云提供商和数字服务提供商之间的联系越来越紧密，因为他们找到了新的协作方式，利用彼此的优势来释放最大的业务价值。但充其量，这只是一种合作/竞争关系。不仅CSP、超大规模云提供商和数字服务提供商需要重新审视自己的定位，而且他们的客户也需要重新考虑自己的合作伙伴战略。

通信的主要趋势

持续向边缘发展

仅在欧洲，目前就有超过40万个蜂窝互连基站⁵⁴，分析师预测，到2026年这一数字将增长至100万个以上⁵⁵。这主要是因为小型蜂窝部署项目的增加，并且受到了物联网通信端点迅猛增长的进一步推动。

埃隆·马斯克的星链是否会电信行业构成致命一击？星链准备将4.2万颗非地球静止轨道卫星发射到近地轨道，旨在提供互联网和移动通信，尤其是在固网和蜂窝通信供应商存在覆盖问题的农村地区。有了激光卫星网络等新概念技术和经济高效的SpaceX发射平台，现有的SAT供应商开始被落在后面，因此包括苹果在内的有些组织便推出了新的SAT项目。尽管时延、带宽和用户设备功率等现实障碍目前还太高，无法完全抵消蜂窝和固网技术，但像星链这样的商业模式必将扩大电信领域的前景，并引领大家迈向全新的卫星通信范式。

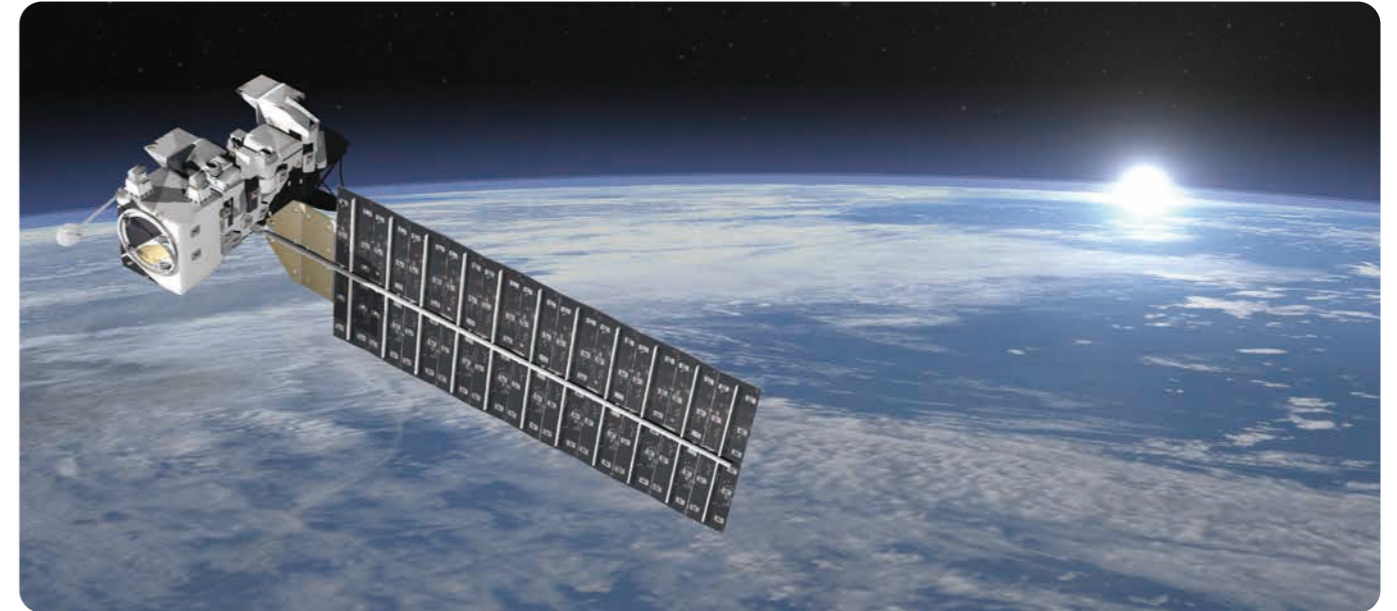
持续向边缘发展带来了以下几种挑战：

- 端点的异构和规模
- 处理的数据大幅增长
- 网络攻击面扩大，涉及许多不同的层级和技术
- 空间分布层面增加，推高了可持续发展和管理方面的复杂性

这就需要多维数据处理和安全策略。应用架构和信息策略将受到巨大影响，因为它涉及价值发展、数据可追溯性，以及数据真实性、质量和所有权的控制。将数据智能移动到边缘是应对数据增长趋势的有效解决方案。使用边缘服务器作为分布式数据节点的多层方法越来越多地用以提高可管理性和安全性。

将基础设施与通信管理分隔是新兴企业的一大全球发展趋势，这些企业注重利用来自CSP和他们自己的无源基础设施的数据来共享和优化基础设施。这一趋势将扩展到活跃的网络和边缘计算领域，最终形成网络/计算统一体，并重塑市场格局以及CSP、超大规模云提供商和数字服务提供商的角色。

图17：超大规模云提供商和电信企业开始针对其边缘定位制定新的竞争策略



从虚拟化到自主

截至目前，网络虚拟化的重点一直是将物理网络组件（设备）分解为虚拟化的网络基础设施（NFVI）和虚拟化的网络功能（NFV），以便更加有效地利用计算和存储资源。NFV使得一些网络服务实现了自动化，但垂直堆栈架构限制了它应用于大规模5G或边缘部署项目的效率和可扩展性。为了应对这一挑战，云原生网络功能（CNF）开始兴起，这种架构可以利用容器技术来提供必要的灵活性和横向可扩展性，并降低设备和能源成本。

通信和云技术的不断融合迫使CSP在电信生态系统中寻找新的角色定位，并与云和数字服务提供商、内容提供商以及顶级体验创造者开展合作。

他们的成功有赖于在开发生态系统中采用高度细分的商业模式，从而跨越广泛的用例打造增值服务。其中最具创新性的概念包括：触觉和基于意图的网络⁵⁶、环境背景适应，以及自动化的策略和网络分段，以简化客户和设备的导入。

业务影响和数据经济

随着云边缘挑战的出现，尤其是对数据主权的持续争夺，许多CSP试图构建提升安全和主权维度的基础设施能力以建立云业务，但并没有取得重大的突破性成功。相比之下，借助大规模标准化和自动化，超大规模云提供商在云服务业务领域保持了主导地位，同时在边缘云领域进行扩张并投资于电信技术（例如：微软收购Affirmed和Metaswitch）。通过提供各种创新的数字平台技术，以及构建应用框架和开发者社区，超大规模云提供商越来越多地将客户锁定于自己的云生态系统。

尽管如此，在数据交易领域打造一个更加平衡的市场仍然有着巨

大的动机，就是它可以确保安全和规范的价值交换和创造。这不是为了取代既定的市场结构，而是为了释放尚未开发的机会，包括通过网络分散部署新的数字和云服务，而不是仅仅将网络用作传输层。

通信行业应该做好准备推出这样的数据平台，一方面为市场带来价值，另一方面创造新的角色和数据驱动的服务生态系统。他们将提供端到端的网络平台和不强制锁定的技术环境。时间将证明CSP是否有能力自行投资创建此类平台，同时承担网络现代化和频谱许可的资本成本。

需要新的通信范式

经济的数字化和边缘数据的爆炸式增长正在加速推动新通信范式的需求，以吸引新的参与者进入电信市场。这些新来者希望利用数字经济打造新的收入流和机会。建议CSP追随超大规模云提供商，建立由开发者和服务合作伙伴组成的广泛生态系统，以顺利实现转型。

在接下来的四年中，电信行业将面临自智能手机出现以来的最大扰动。网络虚拟化和数据驱动型技术正在改变电信市场，并降低行业新手的进入门槛，使超大规模云提供商及其他云提供商能够提供与传统电信服务直接竞争甚至取而代之的服务。

客户应该慎重决定自己的投资方向：是投资于日益集中、预先集成的超大规模云提供商生态系统，还是投资于注重通过分散式、分布式云/边缘统一体部署主权独立、碳中和的云服务的新兴合作伙伴生态系统。

54. assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/es_es/news/2021/02/ey-parthenon-and-ewia-report-on-european-mobile-tower-sector-v2.pdf

55. dgtlinfra.com/small-cell-forum-forecast-35-million-2026/

56. 根据业务意图和特定服务请求进行智能配置的网络技术。

商业生态系统平台

从垄断转向与适当的合作伙伴生态系统联合和合作

过去十年，随着优步、Airbnb、亚马逊和阿里巴巴等主要市场参与者的崛起，商业平台经济显示出了强大的力量。尽管它的经济原则得到了很好的研究和发表，但只有少数企业真正成功地利用了这些原则。“赢者通吃”的互联网动态格局意味着，平台模式往往通过获得支配性甚至近乎垄断的地位而繁荣发展。公平竞争、社会责任和可持续发展似乎不在他们的价值主张范围之内。

在这种背景下出现了数据驱动的商业生态系统，它是一种全新的同行推动的平台思维。这种新模式不太可能颠覆当前的平台垄断模式，但它有可能为价值创造提供重要的补充途径：只有当所有相关组织共享一种互惠互利的关系时，才能够确保价值创造的可持续性。在这种新模式下，每个实体都必须具有灵活性、适应性和合作性，并且可以为支持生态系统的运营平台的价值创造和控制做出自己的贡献。

设定场景：垄断与价值分享

商业生态系统经营的是数据。要想确保此类数据交换的公平性，就必须了解、承认和谨慎管理每个数据源的价值及其对平台增量收益的相对贡献。此外，还必须尊重数据保护方面的限制、监管合规和各种维度的主权。

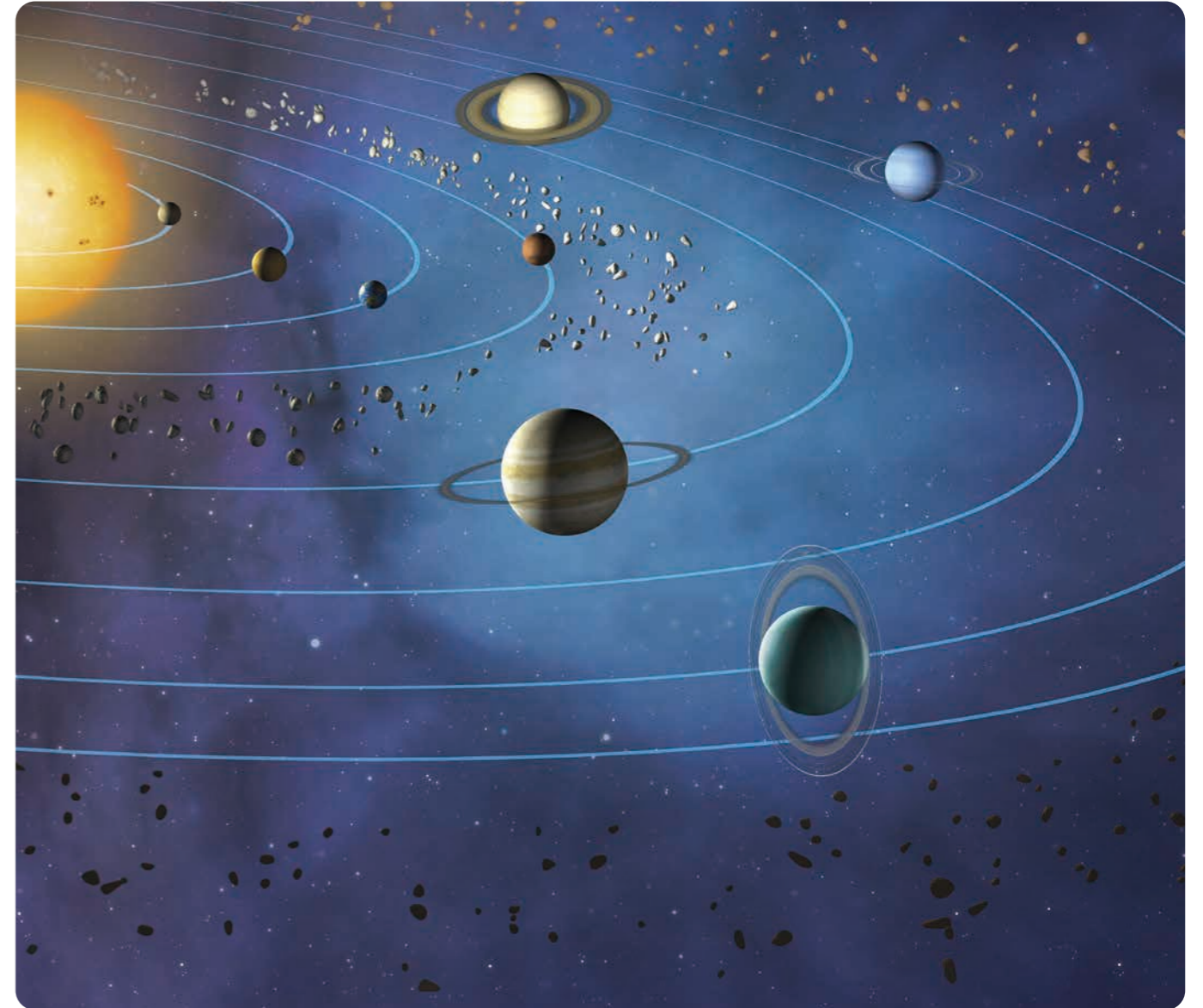
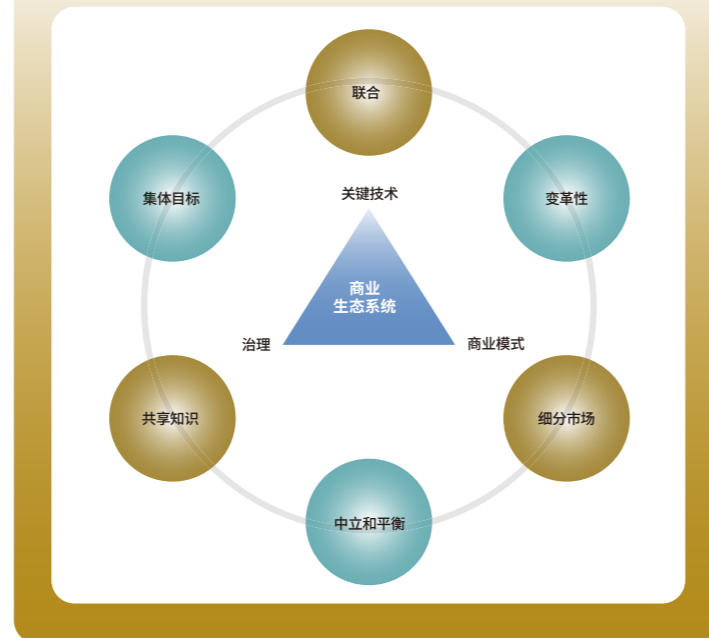
平台助力的商业生态系统具备自组织性质，这意味着成功往往取决于正确选择适当的互补合作伙伴，因为合作伙伴能够将各自的业务和技术能力结合起来，为参与者提供所需的价值和规模。共同投资、共担成本和风险的协议可以鼓励大家追求互惠互利的结果，并有助于避免在推动所需的多边网络化效应方面受到限制。

通过治理达到共同目标

商业生态系统平台需要可执行的政策和标准，以确保参与者之间的持续互动保持可信、公平和有益。在这个方面，平台运营商负有特殊的责任。他们应该对生态系统的业务效果保持中立，并且必须承担管理治理模式的责任，打造良好的生态系统运行效果。治理模式必须基于公开、透明、问责和公平的原则，才能得到所有参与者的信任。尽管开放、去中心化、自组织的平台生态系统已经开始出现（例如：汽车行业的Catena X⁵⁷），但它们的治理模式仍须符合并支持预期的集体效果。合作与竞争之间应该适当平衡，以避免出现支配性参与者的情况。

大型企业常常试图同时充当平台运营商和主要业务利益相关方，这种行为往往会导致潜在合作伙伴的抵制。保证生态系统中立性的一种方案是创建一个新的法人实体或合资企业，而作为平台的所有者，其商业模式必须支持集体生态系统的增长和发展目标。

图 18：商业生态系统和平台



关键技术

商业生态系统平台往往会共享类似于云原生应用的模块化、可扩展的技术组件，通常还会纳入一些增强型安全和信任功能，例如：联合身份管理、主权、分布式账本和高级加密。随着5G网络的连接和带宽优势变得日益普及，利用边缘技术价值的联合数据共享模式将进一步丰富平台助力的生态系统。交通数据平台便是一个很好的例子，它可以用作交通运输行业转型的重要杠杆，并且可以应对更为广泛的脱碳挑战。到2035年，大多数新车将是电动汽车，共享使用模式也有望普及。然而，要使这种以结果为导向的服务有效，交通运输提供商就必须纳入其他交通方式，包括客车、火车和自行车。商业生态系统平台可以帮助政府、交通服务提供商、市民及其他补充服务提供商实现这一愿景。在这种用例中，商业生态系统平台的主要目标必须是改变人们的思维和行为方式。

具有不同参与者、数据源和商业模式的生态系统可能需要多个数字平台互连互通，以便实现其目标。每个组件平台都将用作一个边缘组件，并且作为多边市场的一部分由生态系统联合服务进行协调——相当于云边缘统一体。从技术架构和数据治理的角度来看，标准化和结构化的行业框架已经开始出现，但如果要实现真正可扩展、可持续、价值最大化的解决方案，那么我们认为这个领域尚需大踏步发展。

商业生态系统平台必须代表所有参与者支持互惠互利的集体目标。它必须具有灵活性和适应性，才能在看似不断变化的数据价值、治理和主权环境中与时俱进。许多悬而未决的问题仍然存在，每个生态系统都必须找到自己的解决路径，特别是在价值创造、服务货币化、商业模式，以及所需的底层技术和业务转型方面。

57. catena-x.net/en/

重新定义通信模式

随着社交网络的出现以及内容生产和消费的去中心化，21世纪的前二十年对通信产生了变革性的影响，并且出现了一些与新通信模式相关的独特发展趋势。

一种新的通信范式

由于信息渠道的普及和编辑管控比较少，因此对于什么是真实的不再存在一个共同的理解。人们对传统媒体的信任度很低，政府或社交媒体企业试图强加真相的尝试开始失效。人们的意见比以往任何时候都更加开放，这导致了亚文化和替代数字现实的形成。

在某些情况下，政治和民主进程受到了严重影响。社交媒体在英国脱欧运动中的创新使用和社交网络在选战（如2020年特朗普和拜登之间的选战）中的巨大影响均证明，数字平台已成为政治主战场的重要组成部分。

新的信息渠道提高了原本可能被归入政治议程（LGBTQ+、Black Lives Matter和MeToo）的各种事项的可见度和社会认知，并有助于顺应和实施社会变革。

在线游戏和电子竞技平台开始挑战并超越传统的媒体渠道。26岁的网红Ibai Llanos可以就西班牙足球及其他特别活动甚至独家活动为他的820万粉丝提供评论和互动内容。

通信技术创新，社会大变革的核心

技术使超链接社会成为了可能，在这样的社会中，内容生产既分散又集中。每个人都可以成为故事的讲述者和品牌，内容的创建几乎不花费任何成本，而且可以随时随地消费。⁵⁸

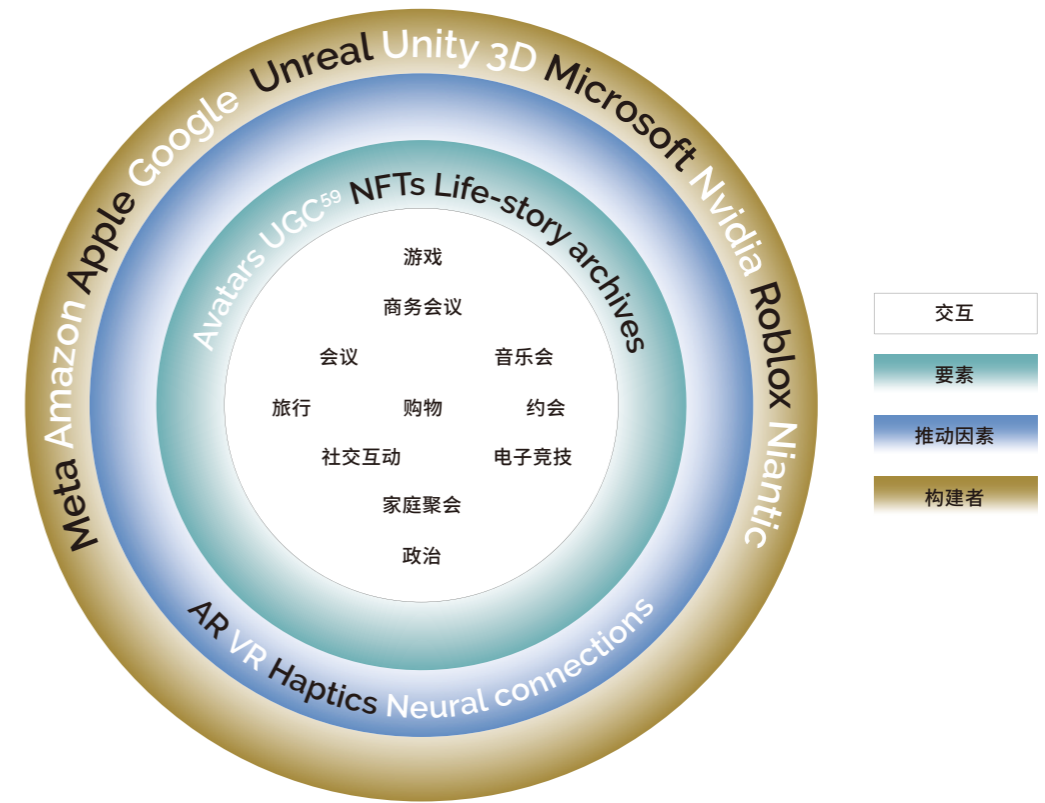
我们现在的通信可以使用多种相互补充的渠道，在虚拟和非虚拟的混合环境中获得超个性化的体验。视频、网络和人工智能（AI）技术的进步有助于生成更加复杂的内容，从而模糊了物理世界和数字世界之间的界限。这不仅让迄今为止尚属科幻小说领域的诸多可能性变成了现实，而且还使区分真伪变得更加困难。

通信的媒介和类型也随着技术的发展而发展，人为对机器和机器对机器通信模式打开了大门。通过Alexa或Siri等智能助手与设备的直接交互不断扩展，促进了我们在日常生活中与智能设备（汽车、电视甚至机器人宠物）的交互。机器对人和机器对机器通信模式 将利用人工智能来增强和优化各方之间的信息交换和自动化流程。

正如最近的事件所揭示的那样，技术的关键作用已经造成了对它的强烈依赖。新冠疫情彻底改变了我们对通信和交互的看法：在线圣诞晚餐、在线教育和医疗以及远程办公已经变得习以为常。2021年10月，Meta、Instagram和WhatsApp出现大规模中断，时间长达六个小时，数十亿用户失去了声音，无法以他们习惯的方式进行交流。该事件对Meta的影响是其市值下降了400亿美元。



图19：新兴通信元宇宙的预期参与者和发展趋势



超越社交互动的影响

社会和技术的变革趋势将对企业和商业模式产生直接的影响。我们预计：

- 内容主持人加强自我监管，事实核查员出现，政府对某些主题的信息进行管控，例如：审查与疫苗相关的内容。
- 传统媒体的影响力减弱；只有真实/现场事件（例如：足球比赛或选举）才会有大量观众跨越多种渠道同时观看。
- 内容的货币化将从传统的广播和书面媒体转向比较亲密的点播平台。
- 在线沉浸式学习和人工智能教学平台普及，远程医疗迅速发展，传统的现场工作模式向混合工作模式深刻转变。
- 情感人工智能和皮肤电测量成熟，从而将细微变化和非语言线索（语气、语境、肢体语言）引入数字交流范畴。

借助新的平台和服务、内容生成方案和货币化工具，技术正在重新定义通信模式。随着传统通信界限的突破和改变，新的机遇和风险将不断出现，给从政治、商业和社会到个人关系和娱乐领域的所有人带来切实的影响。了解和接受这些趋势对于未来十年的相关参与者十分必要，无论他们从事什么行业领域。

人们对虚拟“元宇宙”的兴趣和投资不断增长，数字和物理相结合的可能性越来越大，在这样的世界中，大多数交互只能通过AR和VR实现。环境由科技巨头把控的这种情景，在反乌托邦科幻小说《头号玩家》（Ready Player One）中有着明显的体现。

58. marketingcharts.com/charts/us-adults-social-platform-use-by-demographic-group-in-2021/attachment/pew-social-platform-use-by-demographic-apr2021

59. User Generated Content

量子技术

重塑数字格局

量子计算具有不可思议的潜力，它可以超越经典通用计算机和高性能计算机的限制，而解决高度复杂的计算密集型问题。随着硬件和算法的不断发展，到2024年，新兴的量子数字生态系统预计将在各种行业场景中稳步发展成熟。到2026年，我们预计将开始从量子模拟过渡到一些足够成熟能够被各行各业采用的真实用例。

量子计算在各行各业中的应用

各行各业均存在量子计算技术增强传统计算环境的一些常见用例，其中包括以优化为中心的算法，如量子近似优化算法（QAOA）⁶⁰，以及大规模利用并行计算性质的量子模拟。不过我们预计，最重要的突破将出现于下列行业应用：

制造：量子计算机的强大数学处理能力使得制造商能够对复杂分子和化合物的特性进行建模，从而创造出新的材料配方。该领域的研究与化学及石化行业的研究有所重叠，这些行业目前正在投资研发新药并了解它们与生物体及其他物质的相互作用。随着复杂系统仿真的改进，优化制造设计和消除冗余组件的巨大潜力将得到进一步发挥。更好地预测负载下的材料特性、弹性和使用寿命将有助于提升制造组件的性能和安全。

金融服务：量子计算机特别擅长风险计算和优化，这是银行和保险业务的重要内容。这个方面的用例包括投资组合风险调整、信用风险估计、最佳资本配置、加快股权和外汇交易的风险和方案计算，以及智能路由和交易匹配。许多金融机构已经开始开发和测试量子算法，相关结果肯定了利用现实挑战评估量子技术实际优势的重要性。许多前景很好的应用遇到了意想不到的障碍，但也有一些应用（如投资组合优化）获得了远超经典方案的扩展，预计相关系统几年内便可正式投入使用。

电信：量子通信是许多电信提供商关注的重点话题，尤其是建立量子互联网基础设施这个具体问题。将量子功能集成于现有的电信基础设施和服务，可以实现量子计量、时钟、量子安全协议和信息网络等新服务。

能源和公用事业：我们看到，量子技术在优化智能能源网络方面发挥着重要作用。平衡能源供应、需求和储存以便最大限度地利用可再生能源，这将是我们的公用电网脱碳的重要手段。分散管理和控制解决方案扩大了潜在的网络攻击面，但量子安全解决方案有望发挥作用，妥善保护我们的关键国家基础设施。

运输和物流：复杂的大规模路线优化和其他需要解决NP完全问题⁶¹的场景，均属于量子计算机的完美应用领域。交通流量分析可以解决交通拥堵问题并提高安全性。航空和铁路网络将能够引入更加复杂的多跳旅程模式，从而降低总体的距离、成本和排放。

国防：该领域已开始探索将量子传感用于地下和水下监视，以及将量子安全解决方案用于进攻和防御。

医疗保健和生命科学：量子计算与人工智能（AI）及高性能计算（HPC）相结合，可以实现分子模拟和药物设计，从而推动精准医疗和个性化医疗的发展。它还可以加速医学影像的人工智能识别，以协助早期疾病检测。此外，量子技术还可以促进室温磁共振成像（MRI）的创新。

量子技术的发展

事实证明，有些现实的行业问题只有通过量子计算机才能够切实解决。技术突破将会继续，而实施的成本和采用的障碍将通过量子HPC混合和室温机器（已有两家公司开发出采用量子光子技术的工作原型机）等技术的发展来降低。预计到2023年底，我们有望看到具有1200多个量子比特且能够处理重要生产工作负载的机器投入运行。虽然这似乎只是现有机器的10倍大小，但由于量子计算的指数性质，因此其意义十分重大，尤其是对于某些应用而言。尽管量子硬件尚未量产，但已有可用的模拟器，各行各业必须立即着手构建与其挑战相关的技能和量子算法。

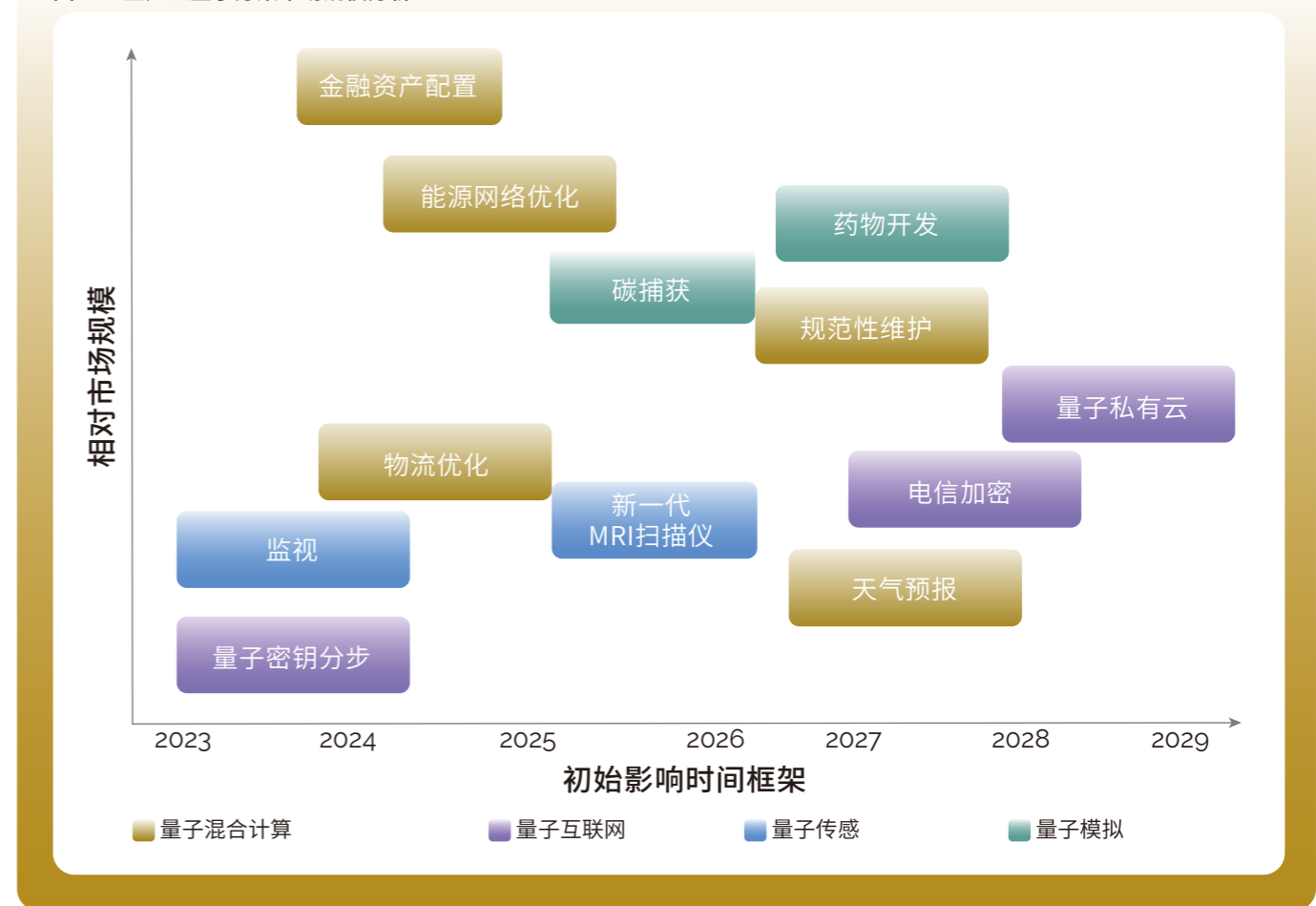
新的量子算法与经典计算、机器学习及人工智能相结合，将有助于优化流程、分类和关联数据，以及模拟各种复杂的系统。针对

各行各业打造的实用量子计算解决方案将会陆续出现，用于一系列当前来说较为棘手的用例。

量子密钥分发计算有望提供一个重要工具，帮助我们解决当前的一项重大挑战：气候变化。我们预计它将有助于发现更好的电池储能方法，建立更好的气候模型，并提供更有效的碳捕获和发电方式，并且在这个过程中真正做到节能环保。

虽然以后的发展情况难以准确预测，但有一件事是肯定的——量子技术将永远改变数字格局。

图20：生产型量子方案市场规模分析



60. <https://arxiv.org/abs/1411.4028>

61. NP完全问题是非确定性多项式时间完全问题的简称。此类问题都有可以快速验证的解决方案，但没有经典的计算方法可以快速找出这个解决方案。

迈向通用人工智能

目前的人工智能（AI）成就相当可观，人工智能系统在一系列特定任务上的表现与人类不相上下，甚至更胜一筹。但是大家普遍认为，人工智能的能力非常狭隘，并且缺乏自觉、意识、真正的智慧和直觉。不过，人工智能的进化速度如此之快，以至于我们可以想象，人工智能系统几乎能够执行人类可以执行的任何智力任务，此为**通用人工智能（AGI）**。虽然AGI预计不会在2026年成为现实，但我们应该关注其发展有可能带来的巨大业务效益和潜在危险。

AGI的技术突破

通往AGI的道路是在不断改进的方法、算法、硬件和数据基础上铺就的。近年来的相关发展情况可以归纳如下：

深度神经网络几乎涵盖了机器学习的所有方面，从机器视觉和自然语言理解（NLU）范式到时序分析和推理。最新的AI技术侧重于通过学习未标记的数据来提高总体的AI稳健性和泛化能力。

Transformer是一种深度学习模型，能够通过注意力来区分输入数据的重要和不重要部分。这个方面最著名的一个成就是OpenAI的GPT-3⁶²，它是一个非常大的模型，能够生成实际的文本、解答一般性的问题等等。Transformer已成功应用于计算机视觉，其中的注意力机制可以提高模型的准确性并降低计算的成本。

自监督学习（SSL）可以借助无法手动标记的大型数据集训练模型。SSL适用的许多深度学习场景无法提供现成的预训练模型，或者模型的创建成本过高。通过文本、图像、音频和传感器等任意媒介的原始输入持续学习，这种能力对于AGI系统来说可谓至关重要。

持续学习和终身学习技术可以模仿人类学习以适应新的环境和条件，同时仍然可以借助先前的训练数据获得良好的表现。

样本高效学习旨在复制人类的能力：展示一、两次即可学会如何完成任务。

无监督域适应解决的是域转移问题。举例来说，在室外摄像头网络中，天气或照明条件的显著变化有可能导致机器学习（ML）模型精度下降，而域适应可以借助许多带注释的训练示例将学到的知识从不同的源域转移至目标域。

强化学习是一种方法，即：智慧体与其环境交互并学习采取由奖励强化的行动。与不期望的结果相比，期望的结果将获得更大的

奖励。AGI对强化学习的一大保证是，它可以明确回答智慧体为什么要做他们所做的事情。

混合人工智能机器可以模仿孩子的认知发展。例如，我们首先学会区分苹果和香蕉，然后学会将符号和逐渐复杂的类别关联起来，最后学会推断新的事实、技能和知识。混合人工智能机器的目标是通过发现、演绎或指导来获取知识。

最后但并非最不重要的一点是，**硬件发展**可以带来颠覆性的架构变化，例如：模拟人脑尖峰活动的神经形态芯片。其他有发展前景的技术路线还包括光子计算硬件和量子计算机，它们有可能将人工智能的发展速度加快几个数量级。

伦理因素

人工智能的进一步发展将使最具智能的实体逐渐获得决策权，从而变得更加强大，并直接提升其智能。这样就会创建一个反馈循环，推动进步和颠覆的周期性变化。但我们不应该忘记，人工智能只是一种工具，我们必须在人类和机器之间保持伦理平衡。没有伦理指导的AGI有可能带来危险的结果，对人类造成毁灭性的影响。政府了解和规范人工智能的发展非常重要，组织在构建人工智能系统时必须重视这个问题。

通往AGI的道路上的商机

人工智能飞速发展将带来许多新的商机。例如，作为云服务提供的Transformer技术可以帮助B2B市场构建自己的NLU解决方案。向量相似性搜索（Transformer的一个关键组分）可以产生出色的结果，用于寻找句子、分子、几何、图像、代码、3D形状等等之间的相似性。它可以应用于技能和产品等企业数据，以便更好地捕获实体的相关信息。

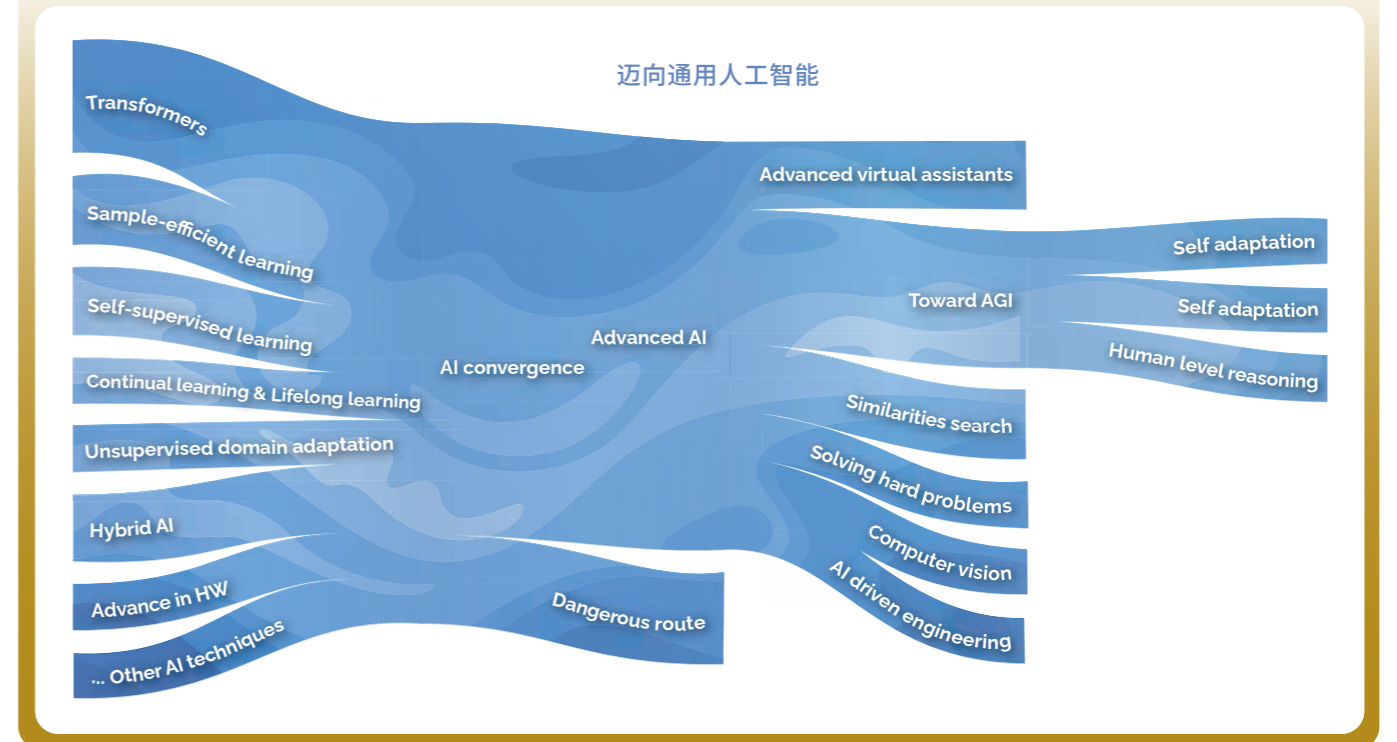


高级虚拟助手可能是我们在通往AGI的道路上取得的最显著的成就。与它的互动越来越无法与人类的互动区分开来，并且它还支持越来越复杂的查询和任务，包括管理各种主题的对话、与人类开展讨论和起草书面信件。

通用人工智能可能是人工智能研究领域最具争议的概念。我们还不知道AGI是否能够实现，甚至不知道这样的尝试是否有意义。尽管如此，相关的技术突破将会继续发生，对产业、社会和我们的个人生活产生巨大的影响。做好预测工作并建立信任和公平是广泛接受的关键。

将来还会有更难的问题，例如计算化学、药物设计、财务建模和优化，这些问题都可以通过作为AGI垫脚石的技术来解决。

图21：迈向通用人工智能



62. <https://openai.com/blog/gpt-3-apps/>

致谢

《XXXX之旅》编辑委员会：

Sophie Proust (Atos科学社区负责人)
John Hall (主编)
Jose Esteban Lauzan
Amelie Groud
Marianne Hewlett
Christopher Joynson
Chetan Manjarekar
Purshottam Purswani
Jean-Christophe Spilmont

各研究方向负责人：

Jean-Marc Cadudal
Thierry Caminel
Luiz Domingos
Amelie Groud
Celestino Guemes Seoane
John Hall
Jordan Janeczko
Christopher Joynson
Peter Kalmijn
Frederik Kerling
Ivo Luijendijk
Neil Milliken
Albert Minguillon
Purshottam Purswani
Francisco Jose Ruiz Jimenez
David Salama Osborne
Marcelle Schillings
Albert Seubers
Kaoutar Sghiouer
Mary Sirois
Vinod Vasudevan
Peter Vrenken

特别感谢Philippe Mareine
鼓舞人心的领导

图片和设计：

Atos Marcom Agency 团队

关于Atos科学社区

Atos科学社区负责描绘集团商业技术未来愿景，以及预测未来几年塑造企业和社会的趋势和技术。

其全球网络由集团内部的170多名顶尖科学家、工程师和前瞻性思想家组成，融合了丰富的技能、经验和背景。通过定期的博客文章、白皮书、思想领袖报告以及最重要的双年期刊《20XX之旅》，Atos科学社区树立了集团的思想领袖形象，并帮助客户妥善应对数字时代的挑战。

Atos科学社区成员是变革的创造者，他们积极主动地发现和预测各种改变游戏规则的技术。此外，他们还在专利创造方面发挥着重要的作用，并且验证了各种尖端的概念。作为Atos IT挑战赛（面向全球大学的一项年度竞赛活动）的导师，他们积极致力于培养新一代的数字化人才。

Atos科学社区成员与Atos专家社区、Atos研发中心和集团的外部研究合作伙伴紧密携手，将量子计算等突破性概念和服务引入Atos产品组合。他们还致力于各种有益于社会的服务，例如：数字化便捷和包容服务，以确保客户尽早获得这项革命性的技术，从而实现业务转型。

敬请关注Atos科学社区：atos.net/scientific-community
atos.net/scientific-community

让我们继续深入对话吧！

您将如何在自己的业务中释放虚拟维度的潜力？在您迈向2026及其后的过程中，物理世界和虚拟世界之间日益紧密的联系将如何扩展您的运营边界？

Atos商业技术与创新中心（BTIC）网络可以为您提供与Atos科学社区成员进行虚拟或线下会晤的机会，用创新的实践经验帮助您应对转型挑战并发展业务。

通过技术简报、联合创新研讨会和概念验证，您不仅可以深入了解最新的技术发展和趋势，而且还可以了解它们对您所在的行业和您自己的组织能够起到什么样的作用。

请通过网络或客户执行合作伙伴联系我们以组织研讨会。

atos.net/btic