



智能世界 2035



构建万物互联的智能世界

序言



Joseph Sifakis

自本世纪初以来，AI 技术迅猛发展，标志着科技革命进入了新纪元，同时也成为人类历史上的一个重要转折点——知识的创造和应用不再仅仅是人类的特权。随着生成式 AI 的出现，AI 发展取得了令人瞩目的成就，但经过对其发展现状的冷静分析，我们可以看到，AI 的发展仍处于起步阶段。

目前，AI 应用仍主要集中在以问答功能为主的 AI 助手上。这类 AI 系统通常被视为“黑盒子”，其属性难以像传统 ICT 系统那样被完全理解和保障。AI 仅仅提供了基础模块，而有待解决的关键问题是如何将这些模块有效组合，打造具有人类智能水平的智能系统。值得一提的是，AI 在工业和服务领域的应用潜力巨大，但这一潜力尚未得到充分挖掘。

《智能世界 2035》及时为我们描绘了 AI 的发展愿景，深入探讨了技术融合将如何推动工业和服务智能系统的转型。报告展望了物联网可能涵盖的各类工业系统，包括自主交通系统、智能电网、智能工厂与农场以及自主通信网络等。此外，报告还全面分析了 AI 在医疗、教育、智能家居、智慧城市和商业创新等服务领域的应用及影响。除了强调 AI 在这些领域的关键作用外，报告还探讨了 AI 与其他创新技术的协同效应，以及转型可能带来的社会和经济影响。

例如，在 AI 大模型和云计算技术的支持下，教育应用将能够动态分析学生的知识掌握情况，帮助教师实时生成个性化的教学方案，确保每个学生都能享受量身定制的学习体验。医疗行业将不再局限于“治病救人”，而是完全融入一个由 AI、数字行为建模、远程医疗和合成生物学等前沿技术驱动的全球健康生态系统。

这份报告客观阐述了 AI 和 ICT 技术融合将如何推动变革，造福人类和社会。

为实现上述愿景，我们仍面临诸多超越通用人工智能范畴的技术挑战。我们的目标不仅是创造一种“能够理解、学习任何人类所能完成的智力任务的机器”，更在于让机器能够整合自身能力，自主行动，感知现实环境，并以自适应且可靠的方式追求其目标。

智能系统的构建正在颠覆传统的系统工程，需要将基于传统 ICT 模型的开发与数据驱动的 AI 技术相结合。我们需要通过混合解决方案构建智能系统，确保其能够基于大量已有知识做出安全高效的决策，还能规避 AI 系统的不可解释性。

在构建智能系统时，如果需要整合一些不可信的 AI 组件，则为了确保系统可靠性，需要可扩展、可演进的混合解决方案，特别是要将符号和非符号知识（如用于决策的感官信息和模型）结合起来。在开发智能系统时，我们需要在系统设计的正确性和运行阶段的韧性之间实现平衡，并通过定期或针对性的更新，实现系统的持续演进。

此外，系统验证目前正从理性主义向经验主义转变。传统的基于模型的技术虽能保证高可靠性，但由于系统固有的复杂性和异构性，已不再适用。我们需要超越当前随机测试和仿真的方法，开发更严格的验证技术。同时，我们还必须通过基于知识的监测技术弥补可靠性降低的影响。

报告中提到的愿景既广泛又宏大，与科技巨头截然不同。科技巨头通常依赖机器学习并推崇超大规模化发展，需要对高耗能基础设施进行巨额投资。

这一愿景的实现需要前所未有的技术突破，还需要全球范围的努力。在该愿景的推动下，相关领域可以形成合力，共同开发特定的基础设施和数据平台，进而发展出可信的行业 AI。

此外，这种协同效应对按应用领域收集和清理数据至关重要。事实上，构建强大的行业 AI 应用与基于网络数据训练通用大语言模型有着根本区别。我们可以在网络上找到几乎所有常见主题的数据，但关键的行业事件通常是罕见的故障或异常。你可能拥有十年的“正常运行”数据，却只有极少数灾难性故障事件，而行业 AI 模型必须从这些极为罕见的事件中学习。

历史表明，开放的生态系统和国际合作是技术进步的重要加速器，对于复杂且具有变革性的 AI 领域更是如此。开放的工具和平台将有效推动我们在系统互操作性和集成方面取得突破。

此外，国际合作对于达成监管框架共识、控制 AI 产品相关风险至关重要。以阻碍创新为由公开反对加强监管，实际上是一种只顾短期利益的做法，长远来看不利于未来的发展。

因此，在这一背景下，我们需要开发更可靠、更能适应实体经济需求的 AI，向我们期待已久的自主系统演进。这将有助于平衡 AI 的战略博弈，也将促使我们与志同道合的伙伴携手合作，以兼顾发展与安全的方式监管 AI，造福社会。

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to Yann LeCun, the 2018 Turing Award winner.

2007 年图灵奖获得者



戴琼海

十年意味着什么？二十年前，人工智能的发展路径还是一团迷雾；十年前，以卷积神经网络为核心的深度学习方兴未艾，人们还在畅想人工智能所能带来的无限机遇；今天，以大模型为代表的人工智能正逐渐进入生活的每个角落。那再过十年，智能世界是什么样的？人工智能会怎么发展？会怎么改变我们的工作与生活？

迈向通用人工智能的道路，可能并不是沿着现有路径拓展延伸，而是会经历若干不确定的“奇点”，迎来突然的爆发，就如同过去十年的卷积神经网络和大模型。当前的我们不得不思索：未来十年的“奇点”可能出现在哪里呢？

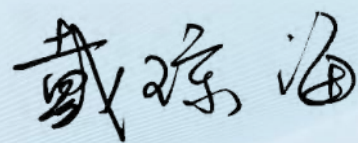
正如华为《智能世界 2035》所言，迈向通用人工智能，关键在于走向物理世界。其机遇可能有三：

第一，更有效地感知世界。便携式拍摄设备（如手机）的普及，创造了丰富的电子图片，为 ImageNet 的构建及卷积神经网络的出现打下了基础；电子显微镜对蛋白质结构进行了高精度解析，为 AlphaFold 提供了关键的数据支撑。更有效的感知将为人工智能展开更宏观的画卷、揭示更微末的细节、刻画更复杂的关系，让人工智能能更好地向世界学习、将世界改造、与世界交互。因而，兼具宏观与微观、高动态、多模态的新一代传感器可能是新的“奇点”。

第二，更智能的模型算法。通用人工智能的模型与算法是什么样的？对于这个问题，仁者见仁智者见智。但不可否认的是，物理世界中真实的智能（如人的智能）既是重要的目标，也将会带来巨大的启示。若能对智能的过程实现深刻洞察，对智能的机理进行全面的解析，必将能为人工智能带来全新的模型与算法突破，使之如人的智能一般高效、可信、灵活、全面。因而，向物理世界中最复杂的智能系统——脑智能——学习，也可能是未来的重要“奇点”。

第三，更高效的算力芯片。计算能力与智能水平息息相关，当前人工智能的发展也是伴随着算力的不断提升。但是，线性提升的算力如何带来智能水平的跨越式突破呢？这个问题似乎很难回答。真正的突破口可能是算力的革命性飞跃，例如较现有的芯片实现数个数量级的效率提升。光计算、量子计算、存算一体等新的范式的不断成熟，就如同通信从电缆升级到光缆，将有望变革智能的“物质基础”。因而，将带来算力革命性提升的新型芯片，可能是人工智能的关键“奇点”。

当然，迈向通用人工智能之路依然漫长，正确的道路在哪里还需要不断探索。华为《智能世界 2035》报告构思宏阔、见解深邃，对未来十年人工智能的未来路径和智能世界的发展图景进行了系统性的梳理与前瞻。其中勾勒的十大趋势，生动展现了一个多层次、多维度技术协同赋能的未来，读来深受启发。《智能世界 2035》为我们开启了一扇眺望未来的重要窗口，它激励我们以更加开放、融合与负责任的态度，去探索、去创造、去规范，共同探索通用人工智能的路径，开创智能与生命共融、科技与人文同辉的美好未来。



中国工程院院士
清华大学信息科学技术学院院长
北京信息科学与技术国家研究中心主任
脑与认知科学研究院院长



郑志明

《智能世界 2035》较系统地勾勒了未来十年智能技术演进与社会形态重塑的宏伟蓝图，视野开阔、分析深入。值此研究报告发布之际，我愿从复杂系统与智能演进的内在逻辑出发，谈几点思考。

智能的本质，并非仅仅是数据模式的识别与归纳，更在于其对物理世界的理解、互动与重塑能力，因为对物理世界已有的认知汇聚了人类的重要的知识和智慧。《智能世界 2035》敏锐地捕捉到了这一核心，即“走向物理世界是 AGI 形成的必由之路”。当前基于大模型的人工智能在感知和生成上取得了重大成就，但其认知模式仍困于基于多重线性统计关联的框架内，因此，普遍认为它仍缺乏对复杂物理现象以及因果关系的深层次抽象与推理的能力。真正的突破或将源于一种使数据空间和物理空间深度融合的超越现有范式的新架构，这个新架构应能够将数理原理或知识内嵌到数据空间中，使其能完整准确认知数据系统中的复杂性，这是我们研究和经常讲到的精准智能或 SCI for AI。这是一个复杂系统自组织、自适应、不断逼近真理的过程，其数学基础与实现路径是未来十年我们面临的核心科学挑战。

《智能世界 2035》所描绘的十大技术趋势，并非孤立的技术罗列，而是构成了一个相互依存、协同演进的复杂生态系统。从计算范式的革命（突破冯·诺依曼瓶颈）、存储范式的改变（数据即智能），到网络范式的跃迁（迈向智能体互联网），其底层驱动力是一致的：即为了支撑智能体在物理与数字融合的“镜像世界”中进行大规模、实时、可靠的交互与决策。智能体（Agent）作为核心载体，其从执行工具到决策伙伴的演进，标志着人工智能从处理信息的工具转变为能够主动规划、协作并作用于环境的认知主体。这不仅是技术的升级，更是生产力和生产关系的范式革命。

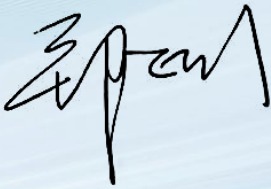
智能革命的真正价值，最终要体现在对千行百业的赋能乃至重塑上。《智能世界 2035》不仅聚焦于技术本身的跃迁，更用大量篇幅深入剖析了智能体将如何作为新质生产力的核心，驱动医疗、教育、制造、金融、能源等关键领域发生范式革命。从“AI 协同诊疗”到“设计即制造”，从“超个性化金融”到“智慧能源网络”，我们看到的不是一个简单的“+AI”过程，而是一场深刻的“AI 原生”化重构。其核心在于，智能体能够深入行业机理，将海量数据、专业知识与物理模型

深度融合，形成具有感知、分析、决策和行动能力的行业级“大脑”与“神经系统”，从而极大提升产业运行的效率、韧性与创新活力。这种赋能是一个复杂的系统性问题，需要技术专家与领域专家深度协作，共同破解行业特有的复杂性挑战。

尤为重要的是，《智能世界 2035》中“Token 管理网络，让智能成为能源的神经系统”这一趋势，点明了智能世界发展的一个关键约束与使能条件。未来无处不在的智能体及其承载的海量算力，其运行必须以可持续的能源为基础。将智能技术融入能源网络的管理与调度，构建一个如同神经系统般灵敏、高效、自适应的能源互联网，是实现智能世界可持续发展的物理基石。这体现了系统思维中不同层级（能源、计算、智能）之间深度耦合与协同的必要性。

最后，我想强调，迈向 2035 年的智能世界，其过程绝非单纯技术的线性叠加，而是一个充满不确定性的复杂系统工程。它需要我们不仅在算法、算力、数据等技术上寻求突破，更需要在基础理论、系统架构乃至伦理法规上进行前瞻性的布局 and 探索。中国科技界在参与构建这个未来时，应更加注重原始创新与底层技术的贡献，推动建立开放、协同、包容的技术发展生态。

《智能世界 2035》为我们提供了宝贵的思想碰撞和战略思考的起点。它激励我们以更为系统、辩证的思维去理解并塑造未来，共同迎接一个以人为本、人机共生、绿色可持续的智能新纪元。



中国科学院院士
北京航空航天大学教授
人工智能学院院长



郭毅可

随着智能世界 2035 的到来，人类进入关键历史时刻。数字认知和物理世界相互融合，具身智能应运而生，重塑着我们星球的方方面面。作为香港科技大学首席副校长，我很荣幸与大家分享未来愿景。这一愿景不仅汲取了华为《智能世界 2035》报告中揭示的技术趋势，更凝聚了学术界、产业界和社会的共同期待。

网络、计算、存储、云和能源是推动变革的五大核心技术，共同构成了超级智能体发展的综合底座。预计到 2035 年，网络将需要支撑 90 亿人口拥有 9000 亿智能体，通信容量将增长 100 倍。与此同时，算力需求将激增 10 万倍，催生出全新的范式，如模仿大脑高效能的神经形态处理器与量子处理器等。存储将迈入尧字节时代，让数据“觉醒”，为持续学习提供有形资源。云边协同共生将推动 AI 民主化，而能源领域的突破，特别是高密度电池和可持续发电，将消除认知和实现之间的最后障碍。在这些基础设施的加持下，具身智能将成为可能，促进制造机器人、家庭助手等物理实体以自主性、适应性和目标导向的方式行动。

这将对我们的星球产生深远积极的影响。以道德框架为指导、以清洁能源为动力的智能体将在农业、物流和电网中发挥积极作用，优化资源配置并大幅减少浪费和碳排放。在 AI 增强传感器和无人机的支持下，精准农业不仅能提高产量，还能在保护生物多样性方面发挥作用。智能电网将通过实时分析系统的安排，实现可再生能源发电与需求的平衡，开启零碳城市生态系统的时代。此外，基于 AI 的气候建模将提供前所未有的预测能力，帮助决策者采取预防措施，应对极端天气事件和海平面上升，这对象香港这样易受影响的沿海地区来说至关重要。

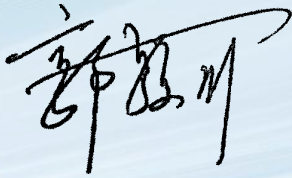
人类生产将经历场景跃升，重塑工作的本质和创造力。在制造业，具身智能将催生出自我优化的工厂，机器不仅能执行任务，还可在运行过程中实时优化流程设计，形成一个持续创新的良性循环。在金融服务业，智能体在风险评估、欺诈检测和提供个性化咨询服务方面的能力将接近人类水平，可以解放专业人士，让其专注于战略决策。在研究领域，当通用人工智能（AGI）的奇点真正到来时，AGI 将成为人类的协作伙伴，以超越当前想象的规模进行假设构建、实验操作与数据分

析。这种人机协作将加速医学、材料科学和量子技术等领域的突破，推动人类在疾病治疗、气候韧性和可持续材料方面取得进步。

我们的日常生活也将发生改变。智能体将成为值得信赖的伙伴，持续监测并预测我们的健康需求，并在症状显现之前提供个性化的治疗干预。教育将转向自适应、沉浸式平台，根据每个学习者的进度和兴趣定制课程，在高度互联的世界中促进终身学习。家庭将成为一个虚实融合的全息生活空间，能够响应情绪、健康和生产力需求。在交通行业，AI 驱动的网络将使能安全、高效和零碳的出行方案，重塑人们对距离和时间的体验。

然而，智能世界 2035 的愿景要建立在 AI 向善的基础上。需建立道德准则来指导每一个算法，确保公平、透明和有效的问责。包容性也必须纳入考虑，确保每个地区、各类人群以及不同社会经济阶层都能从技术发展中受益。安全（包括网络安全和物理安全）必须经过严格的设计，以确保数据完整性并防范恶意利用。唯有嵌入这些原则，才能在未来的智能世界中更好地捍卫人类的尊严。

在协作过程中，位于东西方交汇处的香港，已成为创新、人才与伦理讨论的中心。香港科技大学的使命是增进知识、培养创造力和服务社会，这与智能世界 2035 的愿景完美契合。我们将携手华为、学术界同仁和行业先锋，共同谱写发展新篇章。我们将以科技之力守护地球家园，激发经济活力，促进人类繁荣。



香港科技大学首席副校长



汪涛

回首人类数千年的文明进程，从狩猎文明到农耕文明，从工业文明到数字文明，每一次文明的跃迁都源自人类对未知的不断探索。没有探索，就没有创造；没有创造，就不会有文明的进步。这份深植于人类基因的探索精神，推动我们不断突破认知与技术的边界，走向更加繁荣的智能文明。

2021 年，华为发布了《智能世界 2030》报告，从医、食、住、行和企业数字化转型等领域做了展望。这些年我们欣喜地看到一些展望逐步变成了现实，比如：智能和宽带正在普及每个人、每个家庭、每个组织，甚至每辆车。

今天，我们正处在一个技术范式深刻变革的时代。两年前逐渐进入大众视野的生成式人工智能，正以我们从未想象过的方式，重新定义未来的可能性。正因如此，我们比以往任何时候都更需要前瞻的视野，更需要依靠科技的愿景与假设来指引前路。

过去的 2 年，我们的研究团队与业界 100 多名专家、学者、客户和伙伴进行了广泛的交流，组织了 200 多场研讨会，参考了来自联合国、世界经济论坛等权威机构的数据和方法，集业界和华为自身专家的智慧，共同输出了未来十年的关键技术展望，以及这些技术对人们的生产、生活带来的改变和影响。

首先，AGI 将是未来十年最具变革性的驱动力量，但仍需克服诸多核心挑战，方能实现 AGI 奇点突破。当前 AI 在感知与生成方面进步显著，却缺乏对复杂物理现象的深层推理能力，未来真正的突破或将源于一种新的架构，实现数字世界与物理世界的深度融合。我们认为，走向物理世界是 AGI 形成的必由之路。同时，随着大模型的发展，未来 10 年 AI Agent 将进一步理解物理世界的客观规律，发展为侧重实践的行动系统，能够自主闭环执行多类任务，从执行工具演进为决策伙伴，最终驱动各个产业发生智能化革命。

其次，人工智能的飞速发展，必将重塑现有的开发范式，改变人机交互模式，并催生更多新应用。比如：在软件开发领域，人类将更专注于系统架构与创新设计，而 AI Agent 则高效承担具体执行，开发范式迎来全新重构。在人机交互界面，我们将从图形交互迈向自然语言交互，并在视觉

与听觉的基础上，逐步融合五感，实现沉浸式的空间多模态交互模式，用户体验将在镜像世界中升维。移动互联网中的百万 App 不再是信息孤岛，而是 Agent 相互连接的智能服务，形成多智能体协同的新生态。同时，随着世界模型等关键技术突破，全新的 L4+ 自动驾驶汽车将会走入人们的生活，成为“移动第三空间”。

与前几次工业革命“单点技术突破”不同，AI 时代将展现出“共生乘数效应”，AI 技术、基础设施与应用场景三要素正相互赋能、协同演进。AI 技术是引擎，场景应用是驱动，而基础设施则是承载一切创新的基石，决定了人工智能发展的速度和高度。没有高性能计算、高速网络 and 高质量数据所构建的坚实基础，再先进的算法也无法高效运转，再广阔的应用场景也无法落地实现。

人工智能技术的迅猛发展，正以前所未有的速度推动算力需求的增长。我们预测，2035 年全社会的算力总量跟 2025 年相比，将增长 10 万倍。计算领域将迎来历史性变革——技术演进路径将逐步脱离传统冯·诺依曼架构的框架束缚，在计算架构、材料器件、工程工艺、计算范式四大核心层面实现颠覆性创新，最终催生新型计算的全面兴起。

另外，数据将成为推动人工智能发展的“新燃料”。伴随数字孪生、具身智能的普及以及可能的超级智能体的出现，到 2035 年，人工智能存储容量需求将比 2025 年增长 500 倍，占比超过 70%。未来应用与存储需求的紧耦合，将推动存储技术向超高带宽，超大容量，超强智能方向演进，驱动存储范式变革。

未来十年，世界将迎来数万亿智能体的广泛联接。这一趋势将催生面向智能体互联网的新一代网络架构，推动实现高实时、高智能的交互体验，突破万物互联的边界。

在智能时代，全球范围内电力设施和能源成本将会是制约 AI 高速发展的核心要素，预计到 2035 年，全球数据中心耗电量将高达 1.5 万亿度，能源供给需要发生大的变革，可再生能源加速替代传统化石能源，新能源发电量占比将突破 50%。同时，人工智能将成为新能源系统的核心，通过 Token 管理瓦特，实时管理每一焦耳的能量，从而实现更加动态和高效的电网。

技术作为驱动人类文明跃迁的引擎，其根本在于融入生活、家庭、企业与环境，以实现更美好的生活、更温馨的家庭、更高效的企业和更可持续的环境。

到 2035 年，全球 65 岁及以上人口将突破 11 亿，个人健康将从“以疾病为中心”转向“健康全周期管理”，人工智能将助力预防超过 80% 的慢性病，推动健康管理从“被动治疗”转向“主动预防”。

未来，智能机器人不仅能承担家务劳动，还将提供情感陪伴，显著提升居家的幸福感，预计 10 年后，超过 90% 的中国家庭将拥有智能机器人。与此同时，人类将逐渐进入全息生活空间的时代，家庭场景将迎来一场由技术驱动的沉浸式变革。

在企业领域，由 AI Agent 驱动的自主决策组织将重塑生产范式。据预测，到 2035 年人工智能应用率超过 85%，AI 可提升劳动生产率 60%，产品缺陷率降低至 0.05% 以下。这标志着 AI 正通过感知 - 分析 - 决策 - 行动的自主系统，彻底重构企业价值创造方式。

未来十年，随着 AI 深入千行万业与千家万户，唯有将“AI 普惠”与“AI 向善”融入治理框架，人类才能真正掌握技术主导权，从而构建一个“以人为本”的美好智能世界。

探索未知，是为了照亮前行的道路；跃见未来，是为了锚定我们共同的航向。

华为愿携手全球客户与伙伴共同探索，持续创新，共建一个更加美好的智能世界。



华为公司常务董事

致谢

在《智能世界 2035》的编撰过程中，得到了来自华为内外部多方的鼎力支持，逾百名来自华为的专家和社会各界知名学者参与了材料的讨论、交流，共同输出了未来十年的关键技术展望，以及这些技术对人们的生产、生活带来的改变和影响。谨以此对项目组所有成员的贡献表示最诚挚的感谢。

智能世界 2035 咨询委员会成员

- 郑海荣 中国科学院院士 南京大学党委常委、副校长
- 邱锡鹏 复旦大学教授、上海创智学院导师
- 檀 林 北大未来实验室首席未来学家、北大校友创业联合会副会长
- 李 鑫 科大讯飞 AI 研究院副院长
- 李建忠 奇点智能研究院院长、CSDN 高级副总裁
- 欧阳劲松 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所所长
- 夏知渊 中国工商银行大数据与人工智能实验室 资深经理
- 马敏象 云南省科学技术院副院长
- 刘建明 工信部产业发展促进中心智能电网与装备专委会主任
国家智能电网重大专项（2030）项目责任专家
- 刘 典 清华大学人工智能国际治理研究院战略与宏观研究项目主任
- 李瑞龙 腾讯研究院创新研究中心副主任，资深研究员
- 武连峰 IDC 中国副总裁兼首席分析师
- 王晓宁 赛迪顾问业务总监、数字转型研究中心总经理

迈向智能世界 2035 新纪元

人类文明的每一次跃迁，都源于对未知的探索。从火种、农具到电灯，不断突破认知与技术的边界，正是这种深植于人类基因的探索精神，推动人类社会走向更美好的未来。

华为始终以探索为使命：三十多年前，我们将电话接入每个家庭，丰富人们的沟通与生活；十多年前，我们把网络连通到每一个角落，共建全联接世界；而今，我们致力于将数字世界带入每个人、每个家庭、每个组织，构建万物互联的智能世界。

以 ChatGPT、DeepSeek 为代表的 AI 大模型，正以前所未见的方式重塑未来。这不仅是一场技术革命，更是一场认知革命——它彻底改变了我们理解世界和推演未来的方式，令以往所有关于未来的设想都显得保守。

AI 大模型让算力资源释放“智能价值”，算力网络让 AI 能力渗透“千行万业”，产业智能体反向驱动大模型与算力的技术迭代，各种科技发展彼此交织，催生出规模空前的智能体生态。与此前工业革命的“单点突破”不同，AI 时代呈现出“共生乘数效应”——AI 技术、基础设施与场景应用相互赋能、协同演进。

人工智能的飞速发展，必将重塑现有的开发范式，改变人机交互模式，并催生更多新应用。预计到 2035 年，全社会算力总量将增长 10 万倍、智能存储需求增长 500 倍，强大算力将如水电般普惠可用，成为支撑社会智能转型的基础资源。通信网络完成从“百亿人联”到“万亿物联”的跨越，联接规模增长 100 倍，构建起物理世界与数字空间实时融合、虚实共生的智能世界。

在个体层面，AI 不再是工具，而是“认知合伙人”。它帮助科学家筛选文献、辅助创作者拓展创意、助力普通人跨越知识边界，使人能更专注于情感连接、价值判断与创新突破，实现人机共生、价值放大。

前言

在组织层面，AI 推动结构向“两极共生”演进：一极是“超级个体集群”，以灵活小团队形式打破边界、整合资源；另一极是“巨型企业平台”，依托 AI 原生运营实现高效协同与生态开放。混合型组织则成为中间纽带，促进人才与资源双向流动，推动产业智能从“单点应用”走向“全域渗透”。

然而，智能世界也面临诸多挑战：数据隐私、算法公平、就业结构调整、技术伦理边界等，解决这些挑战需依靠社会协同治理而非仅靠技术。构建 AI 动态监管、可解释 AI 和全球 AI 伦理框架成为关键任务。我们必须始终以“技术为人”为原则，防止技术异化，让智能世界服务于人的尊严与价值。

未来从不是“被动降临的终点”，而是“人类与机器共同塑造的工程”。2035 年的智能世界，不是技术自发演进的结果，而是需要我们以“乐观为锚点、伦理为罗盘”，在创新与规范中寻找平衡，在想象与实践中稳步前行。

AI 技术快速迭代，数字世界加速发展，并拖着物理世界前进，实现数字世界和物理世界深度融合。在历史长河中，智慧被视为人类进步的引领之光，未来这束光将可能从机器中诞生。

翻开本书，我们不仅是在“展望未来”，更是在“定义未来”——因为那个虚实交融、人机共生的新世界，正始于今天的每一次大胆想象，成于每一次脚踏实地的探索。

01

与 AI 共进
通往智能世界 2035 的十大技术跃迁

01

走向物理世界是 AGI 形成的必由之路	04
从执行工具到决策伙伴，AI 智能体驱动产业革命	08
人机协同编程，重塑软件未来	11
AI 于镜像世界中升维，新交互打开沉浸体验	14
移动互联生态从 App 走向多 Agent 协同	16
具身智能跨越鸿沟，形成多个万亿产业	18
突破冯·诺依曼架构，新型算力满足海量的算力需求	21
数据即智能，Agentic AI 驱动存储范式改变	24
从移动互联网跃迁至智能体互联网，搭建物理空间到数字空间的智能交互桥梁	27
Token 管理能源网络，让智能成为能源的“神经系统”	32



02

与 AI 共赢 加速生产与生活全场景跃迁

35

医疗：计算健康，防病于未然，让生命更有质量	37
教育：人机协同教学，惠及每个人成长	47
出行：体验流动的“第三空间”	53
饮食：从“吃饱吃好”走向“吃出健康”	57
居家：从生活空间向懂你的智慧空间演进，让生活更舒适	59
制造：设计即制造，制造即智能，制造即服务	61
金融：AI 重构金融生产力，打开智慧金融服务新纪元	67
电力：新能源主导电源格局，成为主力力量，推动电力系统革命性重构	71
物流：AI 驱动全球物流供应链实现智慧化赋能与高品质精准交付	81
矿业：“智探矿脉，office mining”重塑矿区生产	87
城市：AI 让城市焕发自进化的生命力	93



03

与 AI 共生 让可持续发展成为智能的本能

103

遵从伦理和安全，以人为本推进 AI 向善	106
AI 普惠弥合数字鸿沟，加速可持续发展	108



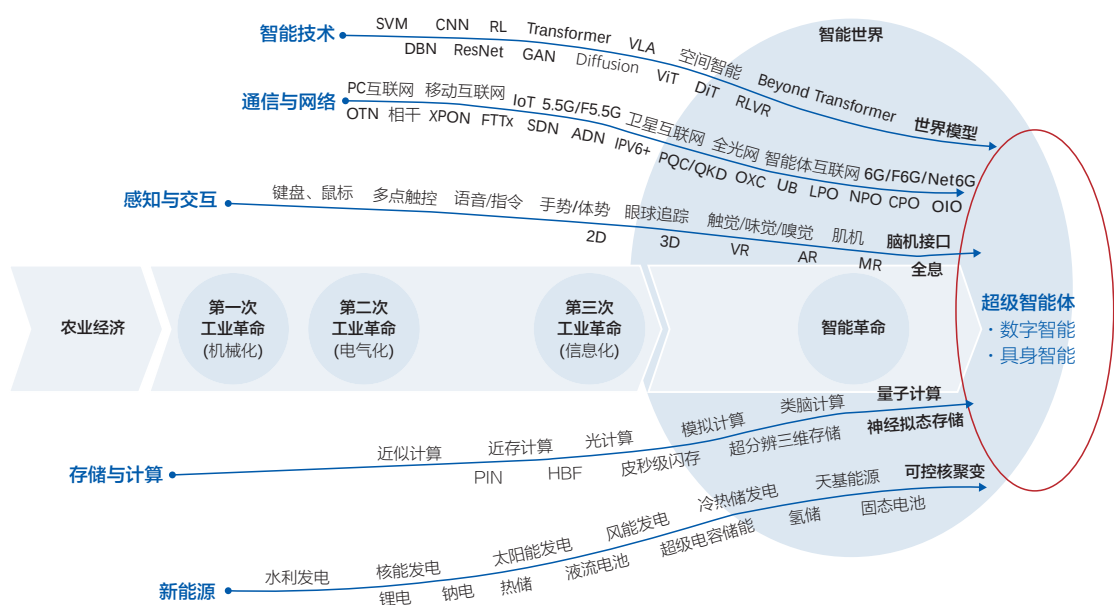


与 AI 共进

通往智能世界 2035 的
十大技术跃迁



贯穿人类文明的关键是思维的发展，从经验到科学再到智慧。而工具对人的辅助，从算盘到计算机、互联网，再到机器智能，不断突破生命系统的约束，带来创造力跃迁，给人类发展带来无限可能。



五大基础技术的融合走向超级智能体



数字世界与物理世界的融合在加速，数字智能正在不断突破虚拟边界，快速向具有物理载体的具身智能演进。当物理世界和数字世界交融时，有大量的数据产生、传输和处理，在这一过程中，ICT 基础设施将是人工智能革命的关键底座，决定 AI 应用的社会渗透深度。未来十年，信息科技将会发生重要跃迁。这并非单一技术的线性发展，而是一场由数据、智能技

术、感知与交互、算力、网络、新能源等核心要素共同驱动，深刻贯穿数字世界与物理世界的系统性跃迁，是一个复杂的系统工程。

为系统勾勒这幅未来蓝图，本章将聚焦于面向智能世界 2035 的十大技术趋势。这些趋势相互关联、彼此促进，共同构成了通往未来的技术脉络。

► 走向物理世界是 AGI 形成的必由之路

未来十年，实现 AGI 奇点突破，仍面临诸多核心挑战

站在 2025 年，预判 AI 的进化轨迹，将是未来十年的核心命题与终极挑战。人工智能智慧进阶的速度与深度，不仅将重新定义技术疆界，更将重塑未来十年的全球格局。

自 2022 年底基于 Transformer 的大语言模型（LLM）引爆行业以来，AI 技术处于快速迭代过程中，但依然存在较多挑战，比如神经网络

缺乏坚实的数学理论支撑，黑盒特性导致的不可解释性，以及不确定性引发的幻觉问题仍未得到有效解决。推动 LLM 快速发展的规模扩展定律（Scaling law），正面临数据、算力、能耗与可靠性的多重瓶颈，有放缓迹象。

通用人工智能（AGI）指具备人类级广泛认知能力的智能系统。其核心在于实现通用性、

自主性与创新性：能够在新环境中理解、学习并完成任何人类可及的智力任务，胜任跨场景推理、复杂问题解决，并展现出类人级别的灵活适应与创造能力。作为人工智能发展的终极目标，AGI 在未来十年的发展之路上，仍面临诸多核心挑战，其“奇点”突破绝非易事。

展望通用人工智能（AGI）的未来十年，其发展路径主要面临三种可能性：

1. 规模主导，奇点降临：

Scaling Law 继续作为核心定律持续生效，算力、数据与模型规模的扩展红利未见衰减。技术沿现有轨道高速演进，最终量变引发质变，触及 AGI 奇点，从而颠覆现有技术范式，推动人类社会发生根本性变革。

2. 架构革新，范式转移：

当前基于 Transformer 的规模扩展路径触

及天花板，Scaling Law 逐渐失效。然而，基础理论迎来突破，出现超越 Transformer 的下一代核心架构（如 Beyond Transformer）。发展动能由“规模驱动”转向“架构与理论驱动”，在新理论体系的支撑下，AI 发展开启一条全新的、不可预见的进阶之路。

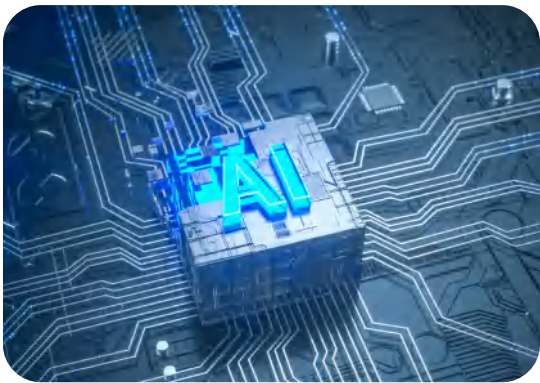
3. 价值沉淀，应用深化：

AI 技术发展进入一个漫长的平台期，在通向 AGI 的核心挑战上难以取得重大突破。行业的焦点从追求“通用智能”的宏大叙事，回归到对现有大型模型（LLM）产品化价值的深度挖掘与应用场景的精细化深耕，AI 的发展主要表现为效率提升与成本优化。

毋庸置疑的是，未来无论走向哪个路径，AI 都会持续深刻影响人类生产与生活，在各个领域发挥关键作用，为推动社会进步、提升生活品质贡献无可替代的力量。

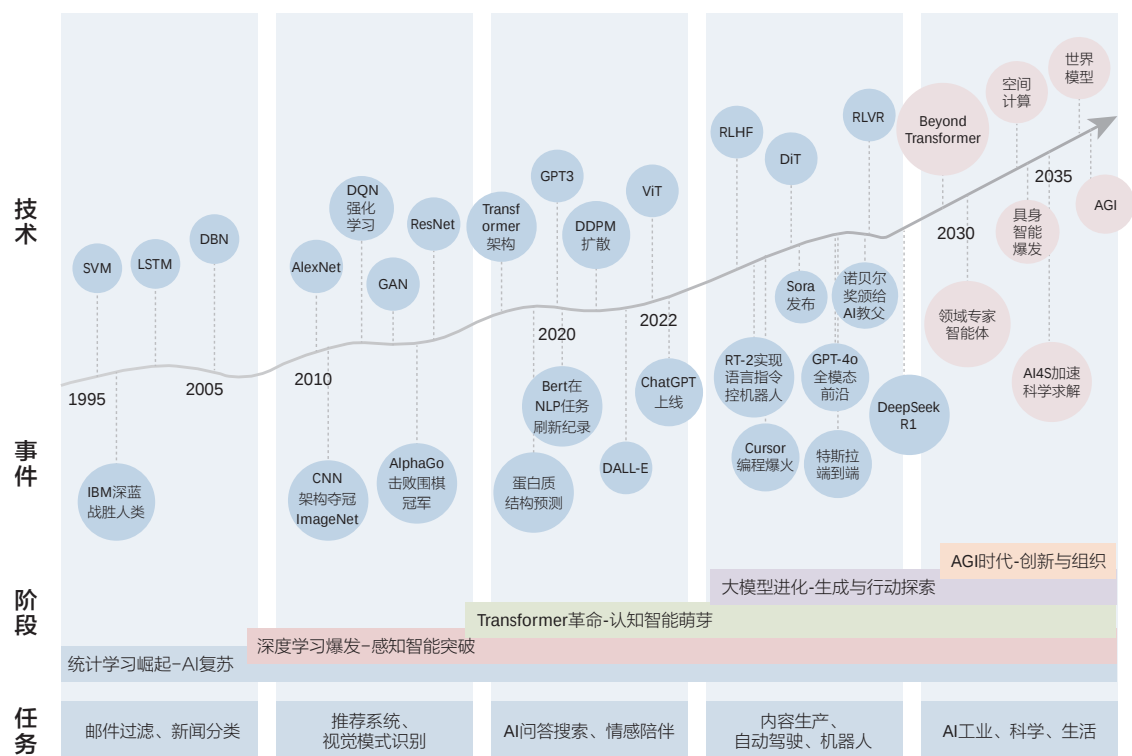
未来十年，AI 还会发生一次大的突破

回顾过去三十年，人工智能按平均每 10 年一次大革命的速度演进，AI 的演进经历了多波次的繁荣与放缓。



第一个十年，统计学习崛起开启了 AI 复苏，1995 年 SVM（Support Vector Machine）、1997 年 LSTM（Long Short-Term Memory）与 2006 年 DBN（Deep Belief Network）的突破，让机器通过数据驱动完成邮件过滤等基础任务，IBM 深蓝展现了数据建模的力量，但智能仍局限于特定场景，泛化与复杂推理能力薄弱。

第二个十年，深度学习推动了感知智能突破，AlexNet（一种深度卷积神经网络）等技术的发展，赋予机器“感官系统”，AI 正式走到台前。推荐系统、视觉识别精准发力，AlphaGo 和 AlphaFold 拓展应用边界，掀起了



人工智能的演进历程

第二波繁荣，但 AI 仍缺乏泛化性，难以灵活迁移经验。

第三个十年，Transformer 催生了认知智能萌芽，基于大模型的生成式 AI 得到发展，人类经历了 ChatGPT 时刻，AI 在自然语言理解、多模态生成和推理能力上形成突破，并且开始探索生成与行动边界，AI 从理解世界走向改变世界。在这个阶段，内容生产、自动驾驶、机器人交互取得长足的进展，但 AI 在推理能力和创造能力方面跟人类依然存在较大的差距，可解释性、准确度、推理效率、实时响应与环境适应仍是挑战。

回望人工智能的发展历程，技术革命往往在质疑与探索中孕育。从 SVM 到 CNN (Convolutional Neural Network) 再到 Transformer，每一次革命都是由新架构的出现而引发。因此我们有理由期待，未来十年将迎来一场新的 AI 技术革命，将跳出 Transformer 架构的固有框架，我们姑且将其称为 Beyond Transformer 时代。新架构的突破是全方位的。它不仅在基础性能（如算力开销、计算复杂度和长序列处理）和核心能力（如长期记忆力与自我演进）上取得了长足进步，更关键的是，在高级智能层面实现了巨大跃迁，包括逻辑推理、因果推理、可解释性、创新能力、情感识别与表达等。

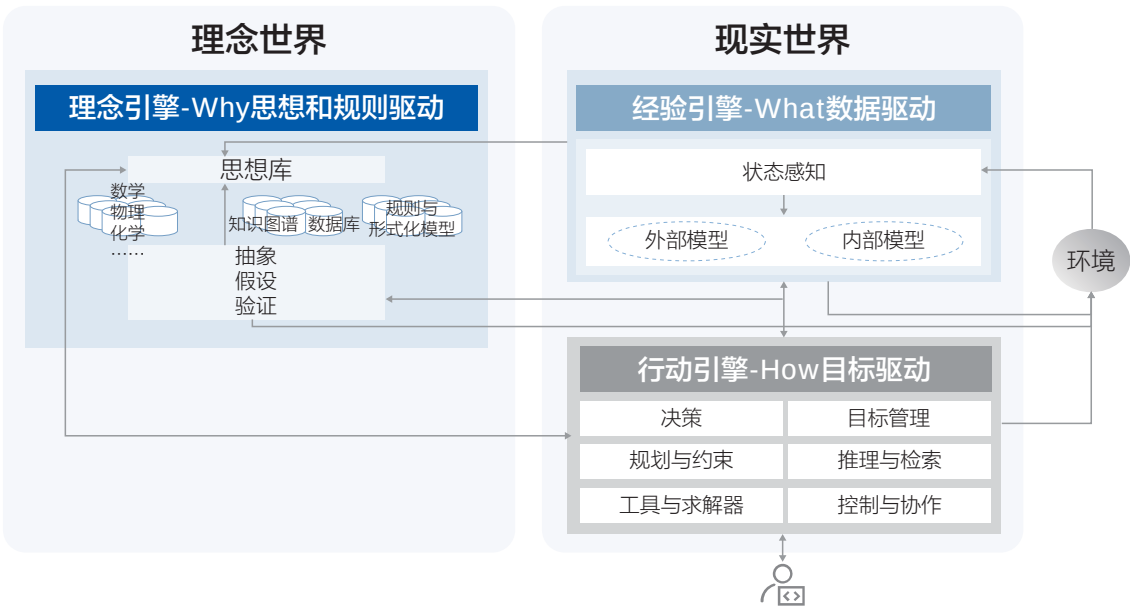
三大引擎联合形成世界模型推动智能走向物理世界

我们认为，当前大模型在能力上存在结构性瓶颈，其本质是基于概率学的数据压缩模型，生成质量高度依赖于数据质量。这种不可解释的概率模型不符合人类“知其然亦知其所以然”的天性，不具备认知能力，可能也难以实现类人的认知智能。所以未来，是否会出现真正结合了符号主义，用抽象的表示符号与逻辑推理来模拟人类的智能？

实现结合符号主义的智能需构建三大引擎：数据驱动的经验引擎、思想规则驱动的理念引擎以及行动引擎。经验引擎依托深度学习处理

互联网与感知数据；理念引擎通过抽象验证深化认知；行动引擎涵盖目标管理、综合推理、约束规划等实践能力。三大引擎联合形成的高保真世界模型推动智能走向物理世界。

我们认为，走向物理世界是 AGI 的关键路径，通过物理实体与环境实时交互，实现感知、认知、决策和行动一体化，能让智能体像人类一样用身体感知世界，在互动学习中成长，从而更好地适应环境、解决复杂任务。未来重点是从多模态数据积累、核心能力打磨、认知原理提升三方面为 AGI 的实现筑牢根基。



三大引擎联合形成高保真世界模型

► 从执行工具到决策伙伴，AI 智能体驱动产业革命

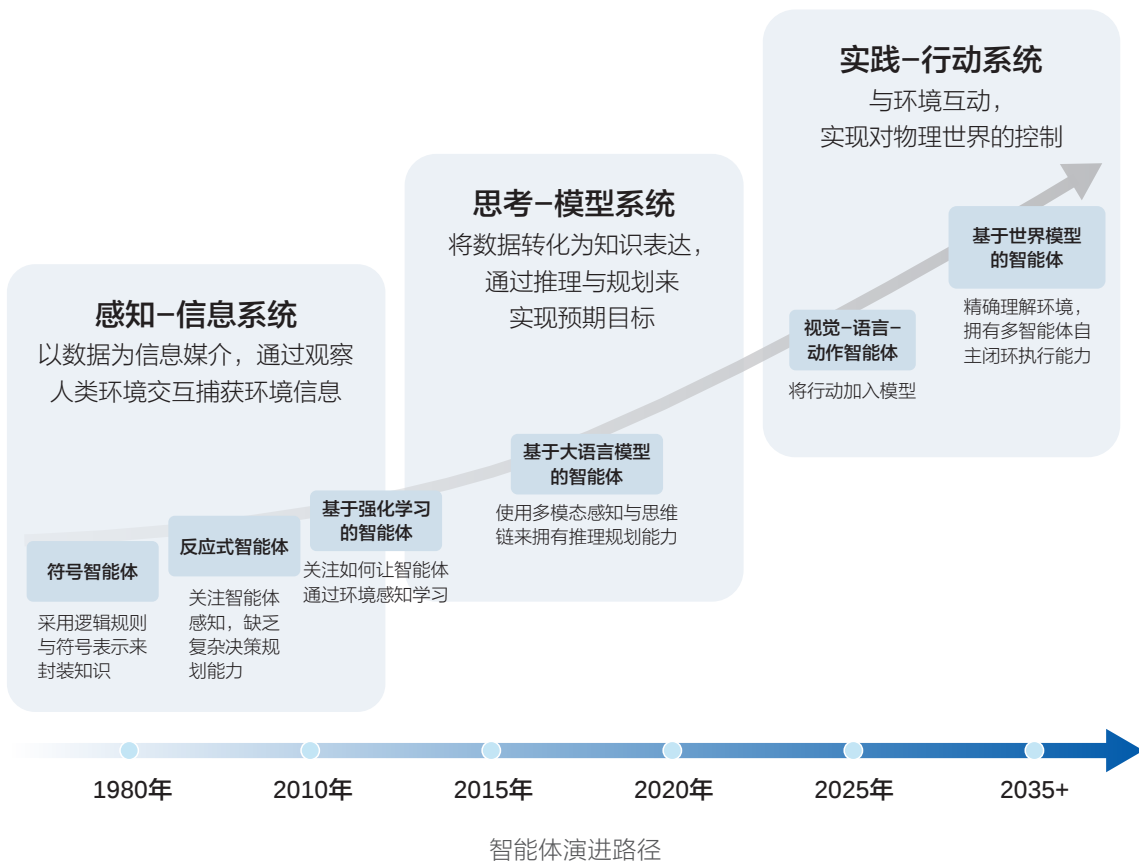
未来十年，智能体将发展为侧重实践的行动系统

随着大模型的发展，AI 正朝着更接近通用智能的方向突破。面向千行万业不同业务需求驱动，AI 技术跃迁的落地载体，正是能将复杂能力转化为实际价值的 AI 智能体。未来十年，智能体（Agent）将成为人类最重要的协作伙伴。

回顾历史，初期的智能体，是侧重感知的信息系统，尚未具备复杂的决策规划能力。随着技术的发展，智能体进入侧重思考的模型系统阶段，能力较上一代智能体显著提升，市场影响力得到大幅扩展。智能体在 Deep Research 深度研究领域、AI Coding 编程领域与 Operation

流程运作领域已经展现出了非常大的潜力。未来十年，智能体将发展为侧重实践的行动系统。此时人机之间的决策权将发生实质性迁移，智能体获得更多直接与物理世界交互决策的能力，能够自主闭环执行多类任务。

智能体的未来发展，关键在于攻克三大交织融合的核心挑战：多智能体协同（通信与协作）、云端环境交互（探索与执行），以及长程推理认知（规避偏差累积与组合爆炸）。这三者共同构成了通向高级智能的道路上必须逾越的障碍。



群体智能将是重要发展方向，通过竞争或合作模式实现智能体间交互协调，同时在线自主交互学习将成为核心范式。智能体通过传感器采集数据、工具操作交互积累经验，摆脱对

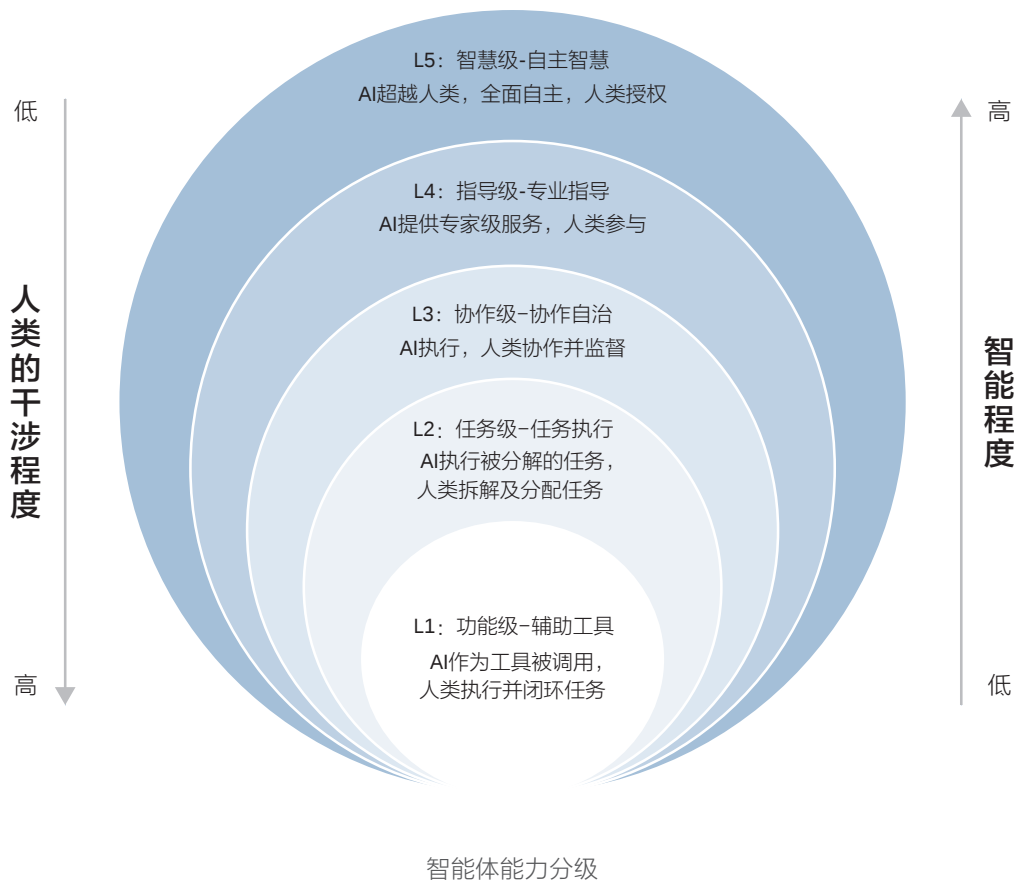
人类标注数据的依赖。超长时间任务执行能力实现指数级突破，从当前小时级编程任务提升至以月、年为单位，支撑科学实验管理、企业数据监控等场景。

AI 智能体的五个等级，智能体能力与市场渗透率呈指数型关系

智能体的发展是一个逐步演进的过程。它需要突破技术成熟度、安全性、业务适配性与商业投资回报（ROI）等多重限制。其核心在于：持续提升智能体能力、构建可靠的人机信任与责任归属框架、深化与千行万业的创新融

合，最终推动整个价值链步入可持续发展的正循环，智能体能力与市场渗透率呈指数型关系。

为了更好地定义 AI 智能体的能力，我们将其分为五个等级，如下图所示。智能体从 L1 功



能级到 L5 智慧级的五级演进，呈现出自主决策能力逐步增强、应用场景从低风险单点功能向高价值跨域服务拓展释放更大市场空间、技术需求从基础交互向通用智能与伦理对齐深化的梯度发展路径。

我们认为，2035 年的智能体将带来多维度突破。在分级演进上，L4 级指导型智能体将在部分领域实现规模化落地。在人类工程体系成熟的领域，它能够胜任人类的工作时长与强度，进行自主决策，成为人类的高效协同伙伴。

未来十年，智能体将驱动各产业发生范式革命

智能体的发展也会在未来十年带来突破性的社会影响。人类角色从传统执行者升级为目标制定者与伦理监督者，“AI 协作师”、“Agent 训练师”等新兴职业推动劳动力向高价值领域转型。同时 AI 安全与伦理框架将逐步成熟，通过设定恶意操控防范机制、情感陪伴类智能体“共情边界”等措施，共同筑牢智能体发展的安全防线。

商业层面，未来十年智能体将驱动各产业发生范式革命。早期，智能体聚焦于提升运营与办公效率，化身客服、销售与办公助手，催

生出千亿美金产业。中期，它会变革生产方式，比如在 AI 药物研发、专业服务咨询等领域，大幅降低科研与生产成本，有望缔造万亿美元产业。而到远期阶段，智能体将重构产品与体验，AI PC 等新产品引发办公革命，具身机器人成为人们的贴身助手，有望开拓出十万亿美元产业。

未来十年，人类与智能体的关系，将从“人机分工”走向“人机共生”。智能体不只是新型生产力工具，更是人类文明演进的新伙伴。只有把智能体演进路径与科技向善价值深度融合，人类才能真正把握住智能世界的主动权。



未来十年智能体将驱动各产业发生范式革命

► 人机协同编程，重塑软件未来

人机协同编程，解决人因所带来的软件复杂性难题

人类科技正在面临复杂性，芯片演进到亿门规模，大模型参数突破万亿规模，产品越来越复杂，大规模软件编程协作的挑战越来越大。

人因问题是导致软件复杂性的重要根源，软件生产效率随着规模的扩大急剧下降。当代软件工程主要是面对人因的复杂性而诞生的。软件架构围绕着不断分解和迁移复杂度、减少协作的难度而演进的。软件开发模式围绕着快速反馈 / 迭代、提升协作的效率而演进的。编程语言演进主要是围绕着提升编程的效率、理解、场景。

软件自动化编程成为解决人因复杂性的最关键的方向和挑战，过去几年，形式化方式在软件领域得到广泛的讨论和应用，帮助解决了关键领域的高稳定性、高安全性等问题，实现了某种程度上的自动化代码生成和代码验证。但形式化在发展过程中面临着非常大的挑战，形式化方式在应付快速变化的软件环境体现出对人的能力依赖太强、成本太高等问题。

随着大模型的出现，AI 编程出现了革命性的变化，大大缓解由人因所带来的软件复杂性难题，缓解软件开发的本质挑战，带来效率的极大提升。但 AI 编程在大规模复杂软件上依然存在较多的挑战，如何解决复杂软件的可信问题，以及如何解决大型软件工程的系统分解、对接和协作都将面临巨大的挑战。

面向未来的自动化编程，可以看到大模型和形式化方法各自拥有其优缺点，但可以“互帮互助”，借助大模型提升传统形式化验证自动化程度，借助形式化方法提升大模型输出正确率，两者的有效结合可能是一个关键的方向。

我们相信未来机器在软件生产活动中占的比例越来越高，将会对软件工程产生巨大的变化，原来围绕着人因协作定义的软件活动、软件开发流程和软件体系都会面临变革。人机协同编程是消解大规模软件开发困境的根本之道。



AI Agent 编程将带来软件开发模式系统性重构

随着大模型与智能体的兴起，软件开发正迎来一场全面重构。不仅是工具升级，而且是入口、角色、流程、架构、安全、质量、生态、平台、组织、工具、协作的系统性变革。



软件形态变化：从程序到“程序 +Agent”

普通应用开发逐步由 Agent 替代，用户通过自然语言定义需求即可生成应用，形成“可塑软件”。专业软件开发，如操作系统、金融核心系统、工业控制，仍由专业开发者主导，但工具链深度嵌入 AI 以提升效率和验证能力。未来软件将由确定性程序逻辑、神经网络模型、Agent 编排共同构成，多范式并存，低代码与专业开发协作模式并重。

生态重构：从 App 到 AI Agent。移动互联网时代以 App 为核心，未来则是 Agent 生态主导。用户通过智能体调用服务，而非逐个使用 App。软件开发重心将转向接口与服务化设计，谁能定义 Agent 调用标准，谁就可能掌握新一代生态入口。

入口重构：从代码到自然语言。未来开发入口将由自然语言主导。通过意图理解，用户对对话形式生成应用，催生“可塑软件”，支持快速生成、定制和丢弃。非专业应用编程重要性下降，语义清晰表达成为关键。

角色重构：从“程序员”到设计师。AI 承担大部分编码与测试，人类开发者从“写代码”转向架构规划、Agent 自组织策略管理、合规、治理。新的开发岗位包括“Agent 编排师”、“Prompt 与 Goal 设计师”和“安全审计官”。价值重心从写代码转向治理复杂系统。

流程重构：从流水线到代理化 SDLC。传统 SDLC（软件开发生命周期）将被 Agent 代

理化，AI 可自动生成需求文档、产出代码、执行测试、提交 PR，人类则监督关键节点。开发流程将演变为人机协作流水线，强调回滚机制与可靠性保障。

架构重构：从微服务到 Agent 工作流。过度微服务带来复杂性，未来将回归“模块化单体”降低接口复杂度、强化边界清晰与可观察性。同时，长事务和复杂流程将通过“工作流即代码”实现，支持补偿与重试，天然适配 Agent 参与。

语言与工具重构：迈向 Agent 原生语言与工具。传统语言以函数 / 服务为中心，难以表达 Agent 的“感知 - 推理 - 行动”循环。未来可能出现 AOL (Agent Oriented Language)，内建：Goal（目标）、Policy（策略）、Context（上下文）、Capability（能力）、Coordination（协作）。同时，工具链将具备语义建模、Agent 仿真验证、行为审计、运行时沙箱等能力。Rust、WASI 等语言将在底层保障性能与安全，但高层语言将走向 Agent 原生化。

质量与成本重构：从补救到前置内生。AI 生成代码提升了速度，但也放大了质量风险。未来质量与成本将成为前置约束。

组织重构：人机共生团队模式。未来团队是“人 +Agent”的混合团队。人类负责创造性设计与合规判断，Agent 承担执行与自动化。组织形态从“开发 - 测试 - 运维”三段式，转向“设计 - 治理 - 监管”的新分工，构建人机共生的开发新组织。

软件开发模式重构的本质是“智能化与治理的平衡”，未来十年的软件工程并不是单纯的“AI 代替人类”。而是人类与智能体的协同模式：AI 承担执行与自动化，人类负责设计、治理与价值判断，Agent 智能化开发与治理并重。自然语言入口降低门槛，Agent 协作提升效率，平台与工具保障安全与性能，合规与成本成为硬性指标，最终走向人机共生的组织形态。谁能在这场重构中掌握标准与生态，就可能成为未来十年的领跑者。



▶ AI 于镜像世界中升维，新交互打开沉浸体验

人类对极致体验的追求永无止境，从最早的纸张文字，到电话语音，再到移动互联网的动态视频，每一次媒介的变革，都是人类突破信息边界与感官边界的进步。随着 AI、空间计算、XR 等技术的演进，数字世界与物理世界的边界正逐步消融，虚实融合正在成为新一代信息社会的基础体验范式。这一趋势不仅会改变人类获取信息和交流的方式，还将深刻重构生产生活的底层逻辑。随之而来的是，智能终端的定位也将被重新定义，从“信息的承载器”，演变为数字世界与物理世界互通的“桥梁”，成为碳基生命与硅基生命交融的入口，推动人类迈入一个全新的感知与交互时代。



交互方式：从平面到空间、从单模态到多模态

有了新的架构支撑，虚实融合的第一步突破会体现在交互方式的重塑上。过去几十年，人机交互主要停留在二维平面和单模态输入（键盘、鼠标、触控）。

而未来，随着多模态技术的成熟，交互会快速走向三维空间与自然化，如：

视觉交互通过高精度摄像头与眼动追踪技术，实时捕捉用户的注意力焦点与意图。

空间手势交互依赖传感器阵列和 AI 算法，

将动作转化为虚拟空间的操作指令。

语音与肢体交互则逐渐与传统方式融合，形成更自然的多模态交互体系。

在这种转变中，设备不仅仅要做到在现有参数上取得进步，更重要的是降低用户学习成本和 Always-on 工作，让设备持续主动学习用户。短期来看，微手势交互技术会成为业界热点，长期来看，脑机接口也将被纳入多模态框架，使人机协作真正进入“直觉式交互”阶段。

感官体验：从视觉 + 听觉，到五感融合感知

交互范式的更新为虚实融合打开了入口，而要进一步深化，关键在于感官维度体验的全面升级，将带来更多创新的交互设备，如感知精细手势的指环、感知脉搏的项链、超轻量的 3D 眼镜、脑机设备等。

视觉：通过全息显示、光场重建等先进方式，让用户在任何角度都能获得真实景深和空间感，视觉体验无限逼近现实。

听觉：依托更先进的换能技术与空间声学算法，打造“完美声音”。这包括高性能 MEMS 扬声器、超薄振膜等创新方式，使声音具备精准的空间定位感与真实的音质还原度。

多感官拓展：在视觉与听觉趋于完美的

基础上，逐步叠加触觉、嗅觉、味觉等维度。未来终端设备将让用户不仅能“看见”和“听见”，还可以“触摸”、“闻到”、“品尝”数字世界，从而实现真正的全感官沉浸体验。

随着这些感官维度的不断叠加和融合，不同感官的反馈需要融合对齐。虚拟体验将不再是“屏幕前的模拟”，而是成为与现实同等真实的“临境体验”。



内容生成：从 CG 到 AIGC

缺乏优质的 3D 内容是镜像世界最大挑战之一。过去需要 PGC（专业生产内容）利用 CG 技术（如物理引擎）创造虚拟空间和内容，其成本太高。随着 AI 能力增强，大量 UGC（用户生产内容）可以利用 AIGC（人工智能生成内容）技术重建虚拟空间并根据自己意图生成 3D 内容，镜像世界生态将走向爆发。例如：

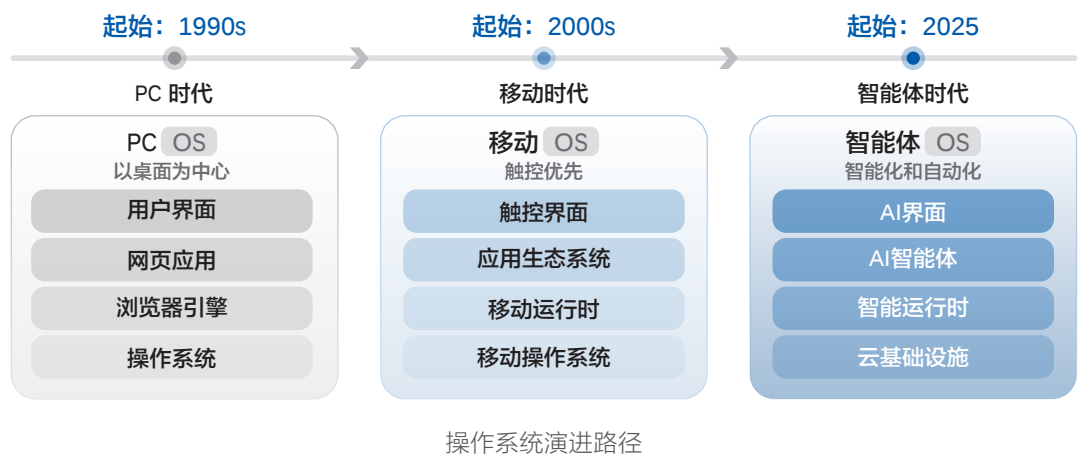
个性化互动式教育将逐渐普及：“虚拟数字老师”将带领孩子们走进童话世界，或是与史前动物面对面，或是“穿越”到关键的历史节点。

第一人称视角的虚拟旅行直播将成为常态，每个人都可以分享身临其境的体验。比如乘坐宇宙飞船在星际中穿梭，深潜海底、攀登世界屋脊等。

预测未来十年，AI 将在“镜像世界”中实现深度沉浸与持续进化。新型终端设备的普及将催生 1000 倍的数据量，这些数据既是未来智能化演进的关键支撑，驱动 AI 在镜像世界里升维，同时也是物理世界快速向数字世界渗透的纽带，也会反作用于物理世界的发展。

在技术层面，内容生成将保持高速迭代。自回归与扩散模型将凭借各自优势，形成“双轨并进、长期协同”的发展态势。技术突破将集中体现为生成长度的大幅延展与时空一致性的精准控制，从而推动高质量内容进入工业化生产的新阶段。最终，AI 对物理空间的理解将从粗糙走向精细，可控性持续增强，逐步走向“世界模型”。

► 移动互联生态从 App 走向多 Agent 协同



随着 Agentic Web、Agentic Mesh、Agentic AI 以及 MCP 和 A2A 协议的出现，2025 年可被视作多智能体协作的元年。未来，随着 AI Agent 技术的发展，移动互联网的百万 App 不再是信息孤岛，而是变为智能体或元服务相互连接，突破单一智能体边界，完成复杂的任务，形成多智能体协同的新生态。

App 时代：生态以应用程序为中心。用户是“驾驶员”，必须主动发现、下载、打开不

同的 App，并在其中手动操作来完成目标。每个 App 是一个信息孤岛，数据和服务被封装其中。生态的本质是“人找服务”。

多 Agent 时代：生态以智能体为中心。用户提出目标，由一个主 Agent（如手机 OS 中的超级 AI 助手）协同背后无数个垂直、专业的 Agent（服务 Agent）自动完成任务。用户从“驾驶员”变为“指挥官”。生态的本质是“服务找人”乃至“服务自动执行”。

交互界面：走向 SMUI 空间多模态交互



人机交互界面将走向 SMUI 空间多模态交互，实现从 GUI 的被动跟随，到 SMUI 的主动发起的重要跨越。交互方式也将从以触控为主，升级为融合眼动、手势、体态、自然语言及环境信息的多模态协同交互。与此同时，界面形态不再追求统一标准，而是逐步转向基于具体场景和用户个性化需求的生成式界面。

用户体验：端到端任务执行成功率成为核心指标

移动互联网向行动网络转型，“端到端（E2E）任务成功率”将成为行动能力最核心的指标，直接决定 Agent 时代用户入口的掌控权。多智能体协同的竞争力构建属于系统工程，多智能体系统的核心竞争力 = 强大基础模型 × (协同框架 + 专业分工 + 学习机制 + 安全信任)。

这是一个乘数效应，而非加法效应。其中任何一项成为短板，都会严重制约整体能力的释放。因此，未来的竞争将不再仅仅是“谁的大模型更优秀”，而是“谁的系统工程能力更强”。

商业模式：从注意力经济（广告）转向直接价值交换

传统基于消费者注意力的广告模式，可能不再适用于多智能体协同生态。更直接的价值交换模式将涌现出来：比如智能即服务（API 和

Token 调用），基于委托任务成功的支付（按任务成功率而非时长付费）等。

部署策略：端云协同是新生态的最优解

云侧智能体适合复杂长时间任务，算力更强，易于跨平台适配；端侧智能体可以快速响应简单的任务，实现低时延、低成本、高隐私

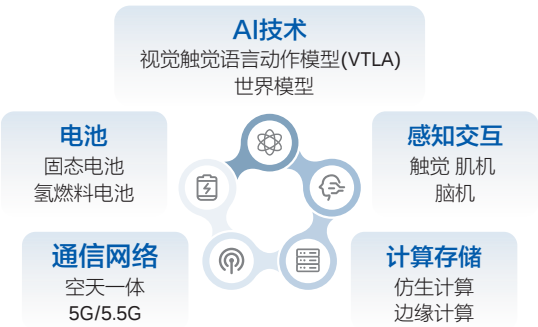
安全。端云协同可以最大化发挥“端侧快”和“云侧强”的优势，同时解决信息安全隐患、云端算力成本过高等问题。



► 具身智能跨越鸿沟，形成多个万亿产业

具身智能是 AI 走向物理世界的关键体现，它并非单一技术的突破，而是融合了 AI 技术、感知交互、计算存储、通信网络、三电（电池、电机、电控）等多领域技术的综合产物，它让 AI 首次拥有了“实体身躯”与“实时互动能力”，摆脱了纯软件形态的局限。

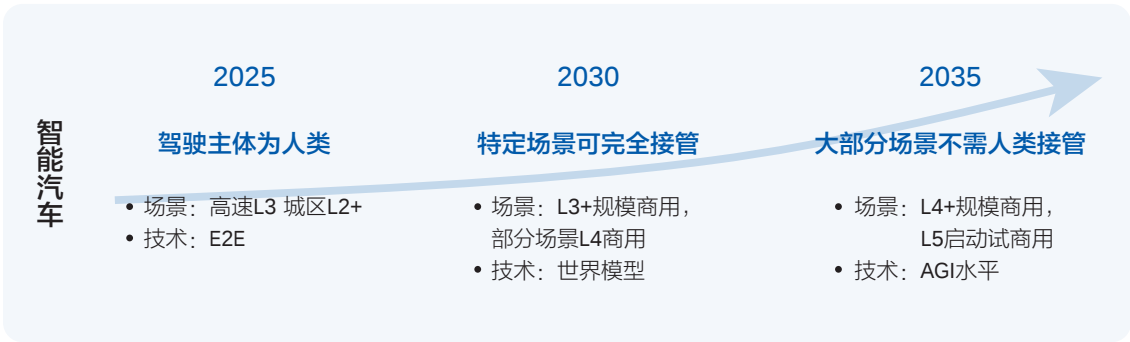
这种有“身体”的智能形态，不仅能在真实物理世界中自主完成抓取、移动、操作等复杂任务，更能通过与环境的动态反馈持续优化决策，成为连接人工智能技术与现实应用场景的核心桥梁，也是推动人工智能（AI）迈向通用人工智能（AGI）跨越的关键一步。通用人工智能需要理解物理世界的规则，而具身智能正



具身智能的关键技术点

是 AI 感知、适应、改造物理世界的重要载体。从广义范畴来看，未来具身智能将应用于三大领域：智能驾驶、智能机器人及低空经济。

智能驾驶已跨越 L2+ 技术鸿沟，2035 年将实现 L4+ 自动驾驶



智能驾驶演进预测

2022 年基于 Transformer 架构、鸟瞰视角（BEV）及占用网络（Occupancy Network）实现轻地图方案后，智能驾驶行业已成功跨越 L2 + 级的技术鸿沟，推动智能驾驶产业进入爆发期。此后，伴随全球范围内（尤其中国市场）

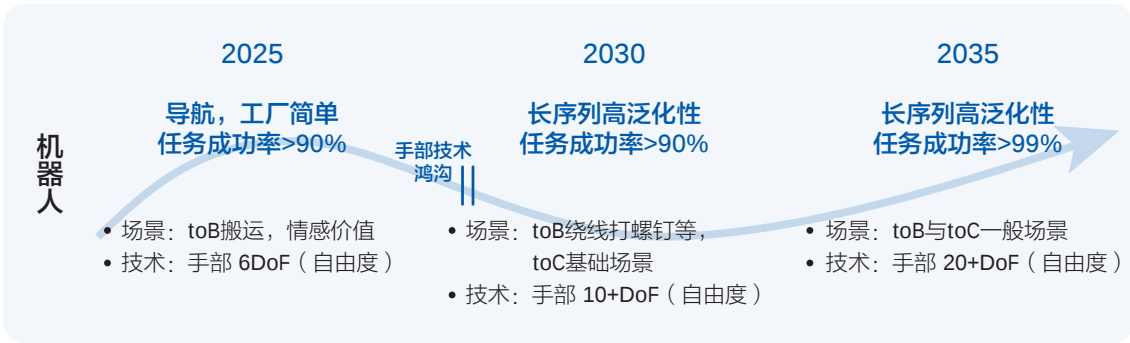
电动汽车渗透率的快速提升（众多车型标配 L2 + 功能）及 Robotaxi 的持续助推，当前智能驾驶正逐步逼近 L3 级门槛。

业界有望通过端到端（E2E）技术路线率先

实现高速场景下的 L3 级功能，后续随着世界模型（World Model）的技术突破，高速与城区场景将逐步升级至 L3 + 水平。对于自动驾驶路线图，我们预计于 2027 年底开启 L4 级试商用，于

2030 年在部分场景实现 L4 规模化应用，并最终在 2035 年达成大部分场景的 L4+ 级无人驾驶，同时启动 L5 级的试商用探索。这是一个从试点到普及，最终迈向完全自动驾驶的关键旅程。

智能机器人将跨越技术鸿沟，走进千行万业、千家万户



智能机器人演进预测

智能机器人领域，随着大模型技术的突破及一系列人形机器人原型机的发布，已成为炙手可热的产业赛道，吸引了大量的投资基金，以及众多的初创公司竞相布局。

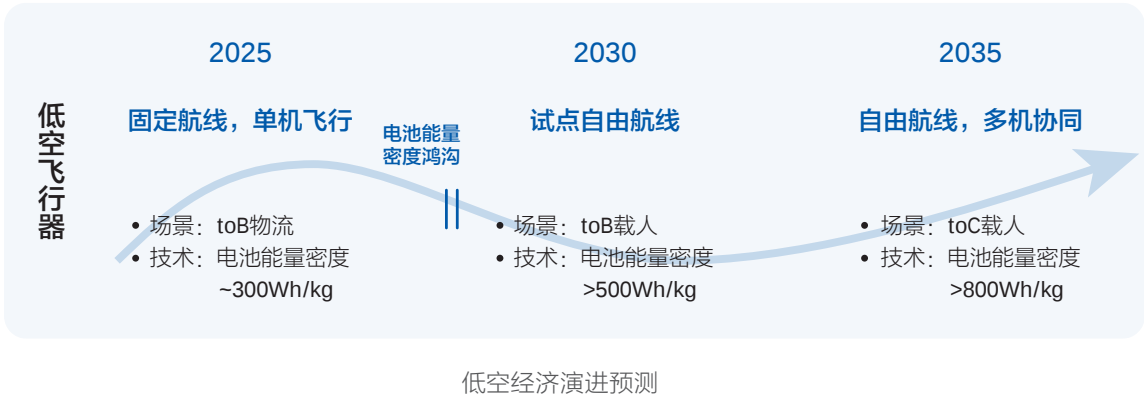
但我们判断，通用智能机器人所面临的技术挑战和难度要远远超过自动驾驶。目前智能机器人还需跨过手部操作、空间感知、触觉感知等一系列的技术鸿沟，业界尚未研发出具备长序列任务强泛化能力的模型去实现手部的精细操作，主要原因是真实数据匮乏以及触觉能力有待提升，在模型层面还存在一些理论突破的难题。因此我们看到，目前的智能机器人主要在工业工厂、物流等半结构化场景中执行特定任务，比如搬运、分拣等，离机器人真正能进入千家万户还有一定距离。

机器人想要走进家庭做各种家务活，还有

较长的路要走，需要更高自由度与更类人的灵巧手，去完成难度更高的厨房烹饪、衣物护理、插花等任务。对于机器人的发展，未来十年还存在较大的不确定性，能否跨越技术鸿沟是决定这个产业能够真正繁荣的关键。我们预计2030年前后，机器人领域的“ChatGPT时刻”将有可能到来——基于视觉 - 触觉 - 语言 - 动作模型（VTLA）或世界模型（World Model）的手部操作系统将应运而生，末端执行器自由度也将普及至 10 + 自由度（10+DoF）水平，届时机器人将突破工业场景的柔性操作限制并拓展至部分消费级场景。

2035年前后，随着模型的泛化性增强以及末端执行器达到人类手部的灵活性，智能机器人将进入大规模量产阶段，家庭机器人售价预计会低于 1 万美金，成本不再是制约机器人普及的关键因素，机器人产业将进入爆发期。

跨越电池能量密度鸿沟，低空飞行开启城市立体交通



随着电动汽车（EV）技术与航空技术的融合发展，低空经济已迅速成为全球范围内的新兴热点赛道，吸引了大量的投资和创新，也是未来具身智能技术应用的关键方向。

低空经济未来的发展面临多重挑战：1）电池能量密度不足，续航问题尚未解决；2）基础设施不完善，制约业务发展速度；3）价格和成本高昂，商业模式不清晰；4）政策法规和适航认证仍存障碍，缺乏相关的标准，对空域管控仍谨慎；5）飞行器安全，以及带来的社会安全问题依然需要有效的解决方法。

其中，约束低空经济普及最关键的因素是电池能量密度鸿沟：目前 300-400Wh/kg 的电池能量密度无法支撑几小时的低空飞行，未来能量密度至少需要达到 800Wh/kg，高能量密度的固态电池、太阳能 - 氢能 - 电能多源耦合，以及电池与液态发电机混动续航，可能是未来的关键突破方向。

同时，AI 将作为核心赋能技术，深度融入低空飞行的三大环节：环境感知、自主决策与精准控制，显著提升飞行器的单机智能化水平。

智能体将通过连接飞行器与地面基础设施，构建低空物联网这一数字基石，实现全域信息的全面感知与资源的高效协同。其核心价值在于动态优化空域资源、智能规避冲突，从而保障安全、极致提升空域利用与运营效率。

最终，AI 智能体将能面向物流配送、应急救援、城市交通等多元场景，进行任务的智能调度与全局规划，实现从“单点智能”到“整体最优”的跨越，驱动低空经济生态的高效运行。

我们预计至 2035 年，家庭拥有私人飞行器的愿景或将成为现实，城市交通将迈入“三维立体”时代。

突破冯·诺依曼架构，新型算力满足海量的算力需求

算力需求的爆炸性增长，算力将成为社会运行的基础设施

人工智能技术的迅猛发展，正在以前所未有的速度推动算力需求的增长。随着智能化的普及和渗透，算力将和电力一样成为社会运行的基础设施。

我们预测：2035 年全社会的算力需求将达到惊人的 10^{27} FLOPS，跟 2025 年相比，增长 10 万倍。

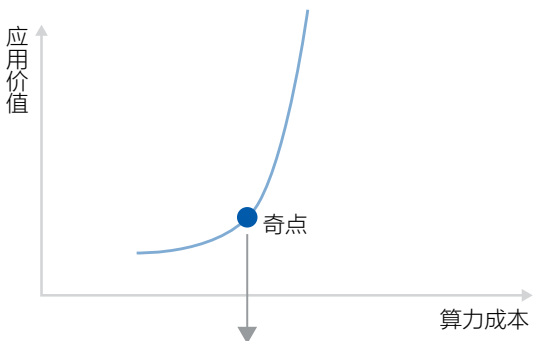
未来十年，随着 Pre-AGI 的到来，模型规模可能扩大到 T 级别，模型训练算力需求大幅增长。同时，后训练正走向与预训练并列的核心阶段，未来后训练的算力消耗极有可能超越预训练。随着人类社会迈入智能体时代，智能体互联网带来巨大的算力需求，以及边缘计算和推理算力的规模快速增长，都将远远超过预训练，给算力增长带来更大的想象空间。



突破算力成本奇点，将决定 AI 的发展进程

算力需求随 AI 发展呈非线性增长，但其发展深度与广度受限于 Token 成本。AI 应用的价值与算力成本之间的天平，决定了技术渗透的进程。因此，实现 AI 普惠的核心关键在于持续降低算力成本。

我们提出一个算力成本奇点的概念，算力成本奇点是 AI 应用的价值与算力成本比值超过 10。如果广泛的 AI 应用领域都能够突破算力成本奇点，AI 将会迎来爆发性的增长。



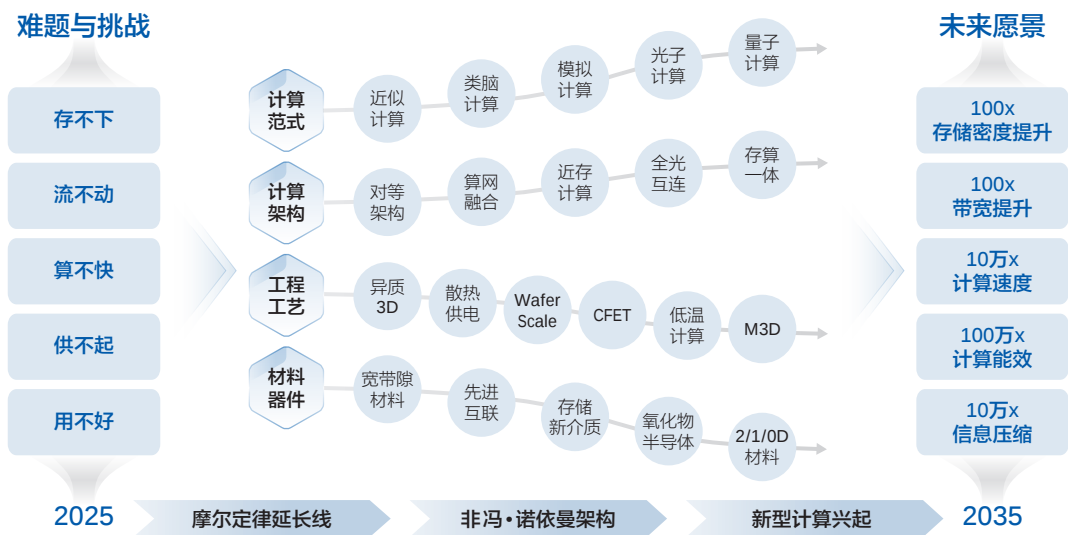
奇点：AI应用价值/算力成本>10

算力成本奇点定义

计算技术的演进与革命

未来对于算力需求的想象是无限的，而算力成本又决定了我们的想象空间。算力成本中，能源供应以及能效成本问题是最关键的挑战。这些挑战促使计算底层技术转向高能效的计算

范式革命。传统的冯·诺依曼架构面临着存算分离导致的能效瓶颈。在摩尔定律放缓的背景下，单纯依赖硅基半导体提升算力已难以满足指数级的增长需求，同时成本上也很难满足要求。



研究新材料新器件、工程工艺、新架构、新范式，实现未来计算愿景

从 2025 年迈向 2035 年的十年间，计算领域将迎来历史性变革——技术演进路径将从摩尔定律的延伸曲线，逐步脱离传统冯·诺依曼架构的框架束缚，最终催生新型计算范式的全面兴起。这一变革并非单点突破，而是将在材料器件、工程工艺、计算架构、计算范式四大核心层面，协同实现颠覆性技术创新，重塑“后摩尔时代”的算力生态。

等新型材料将深度融入器件设计，凭借其在耐高温、高击穿场强等方面的优势，成为新型功率器件、存储器件的关键支撑；另一方面，2D（二维）、1D（一维）乃至 0D（零维）低维材料将突破传统硅基材料的物理极限，凭借量子尺寸效应、高载流子迁移率等特性，为高性能逻辑器件的研发提供全新路径，从根本上解决传统硅基器件“尺寸逼近极限”的瓶颈。

(a) 材料器件: 从“硅基主导”到“多元融合”

在底层材料器件层面，以硅基半导体为核心的技术体系将朝着“多元材料协同”的方向升级。一方面，宽带隙半导体、氧化物半导体

(b) 工程工艺: 从“制程依赖”到“多维创新”

当半导体工艺进入亚纳米时代，制程发展路径将通过 CFET 与 M3D 这两种技术，不断突破物理极限。同时算力密度的提升将告别对

“制程节点缩小”的单一依赖，转而通过工程的多维革新实现突破。三大关键技术方向将成为核心抓手：一是 3D 异质集成与堆叠，将不同功能、不同工艺的芯片 / 模块垂直堆叠，大幅提升单位空间的算力密度；二是晶圆级计算（Wafer Scale Computing），通过打破单芯片尺寸限制实现算力的规模化集成；三是高密度堆叠的配套技术，通过新型封装材料、微流道散热等方案，逐步攻克堆叠带来的供电稳定性与热量堆积难题。此外，77K 低温计算等特殊环境技术的落地，将进一步降低计算过程中的能量损耗，推动能效比实现量级提升。

(c) 计算架构: 从“存算分离”到“存算协同”

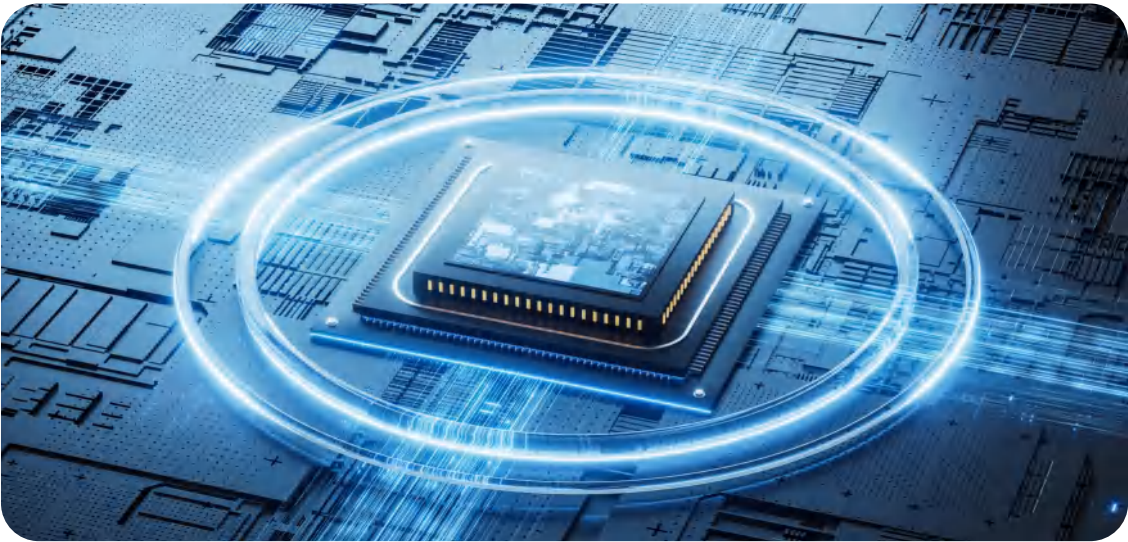
当前冯·诺依曼架构的核心瓶颈——“存算分离”导致的数据搬运延迟与能耗，将在架构演进中被彻底突破。技术路径将呈现清晰的递进逻辑：首先，当前计算架构正在将异构算力进行对等处理，消除多 XPU 多部件之间的主从关系和调度带来的性能损耗，数据中心的算网融合和全光互联等技术将进一步提高计算效率；其次，近存计算技术将推动计算单元向存储单元“靠近”，缩短数据搬运距离；最终，存内计算技术将实现“数据不移动、计算在存

储内部完成”，从架构层面消除“内存墙”瓶颈，大幅提升计算速度与能效比。

(d) 计算范式: 从“经典通用”到“新型专用”

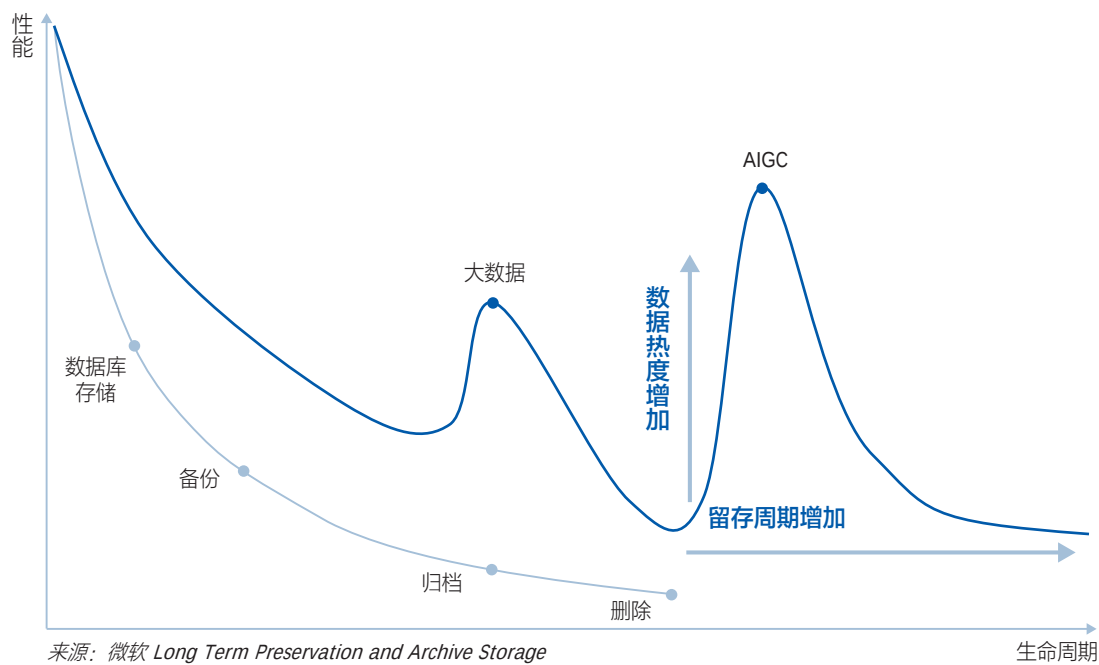
算力的指数级提升，将依赖于新型计算范式的技术突破。不同于传统通用计算的模式，模拟计算、光计算、类脑计算、量子计算等新型范式将针对特定场景实现“精准优化”：模拟计算可高效处理连续变量问题，光计算天然具有高并行的能力，类脑计算将模仿人脑神经元对于信息的低功耗处理，量子计算则能利用量子叠加态解决经典计算难以应对的复杂问题。这些范式的落地，将在 AI 训练、科学计算、密码破解等场景中实现计算能效的指数级突破，打开算力应用的全新边界。

综上，未来十年将是计算领域从“量变”走向“质变”的关键期：不仅算力密度将实现指数级增长，更将通过材料、工艺、架构、范式的协同创新，构建“后摩尔时代”的全新算力格局，既解决传统技术路径的瓶颈约束，也为数字经济、人工智能、科学研究等领域提供更高效、更低碳的算力支撑，缓解全球能源供应压力，推动人类社会向“智能低碳”的未来加速迈进。



► 数据即智能，Agentic AI 驱动存储范式改变

数据觉醒：AI 驱动数据长留存，大量冷数据变温，并需要被高效处理



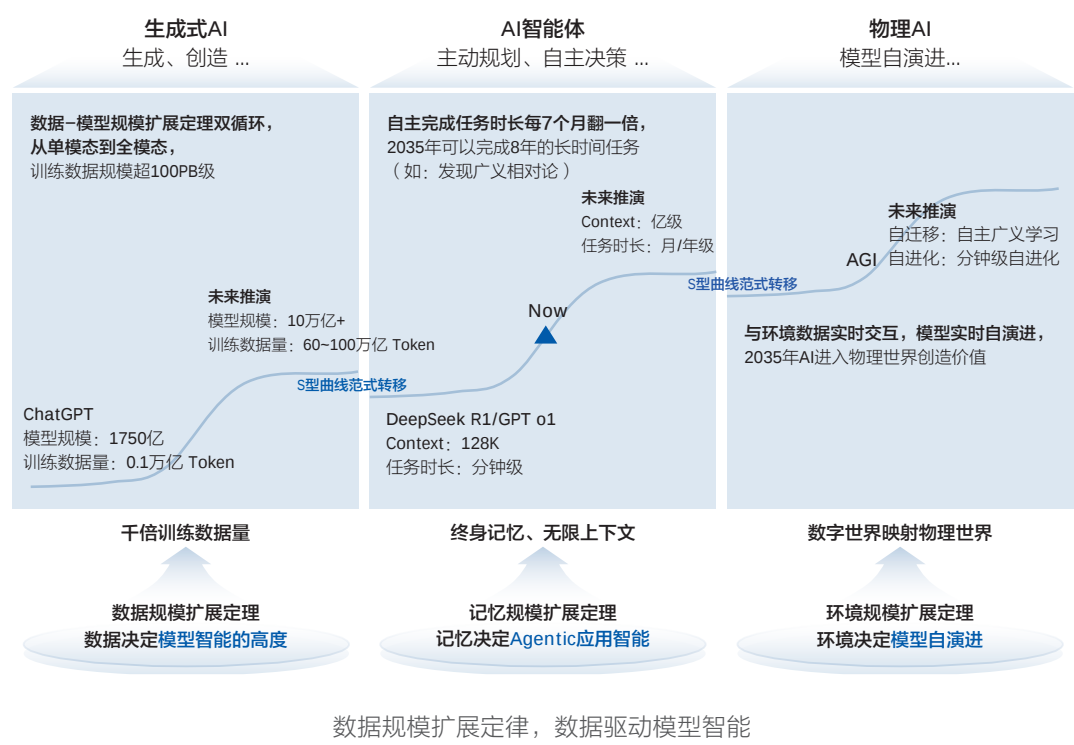
数据生命周期变化

随着大模型训练与推理对数据访问需求的爆发式增长，大量曾被视为“冷数据”的资源正被重新激活。这些数据因频繁参与模型迭代与实时推理，逐渐转变为“温数据”，甚至因持续调用而成为“热数据”。我们预测，到2035年，温数据的占比有望超过70%，传统的数据三层结构将逐渐演变为“热温 - 温冷”两层结构，比例趋于3:7。这一转变不仅显著提升数据利用效率，更意味着企业和社会能够从历史数据中挖掘出前所未有的价值，推动数据资源从“被动存储”走向“主动赋能”。

在AI时代，数据价值得到前所未有的重视，而数据的长期留存也存在诸多问题和挑战。首先是成本与效率的挑战，温数据规模巨大且

需被频繁调用，若处理延迟或吞吐不足，会直接导致模型训练周期拉长、智能体响应迟钝，计算与时间成本急剧攀升；其次是实时性的要求，AI应用（如自动驾驶、实时决策系统）往往需在毫秒内访问关联记忆和上下文数据，低效的I/O和数据处理将成为性能瓶颈，无法满足实际场景的实时交互需求；更重要的是价值密度与提取速度，数据的长留存不是为了“囤积”，而是为了“即时洞察”，高效处理意味着能快速从海量温数据中定位、关联并提取高价值信息，转化为模型智能或行动指令，使数据真正成为驱动智能决策的“高活性燃料”，而非存储系统中的“沉默负担”。因此，对海量温数据的高效处理，是AI价值规模化释放的关键前提。

数据驱动智能：数据决定模型智能的高度，记忆决定智能体应用的宽度



大模型的发展正在经历从“参数竞争”到“数据竞争”的战略转向。早期生成式 AI 依赖海量训练数据（规模已达 PB 级别），单纯增加参数数量的边际效益逐渐递减。在生成式 AI 时代，数据能力主要体现在训练数据量上，训练数据规模从 ChatGPT 的 0.1 万亿 Token 增长到未来的 60~100 万亿 Token，训练数据规模将超过 100PB。

到了 AI 智能体时代，数据能力的要求将出现三大变化，第一，AI 从无状态交互变为有状态交互，从被动响应升级为主动规划、反思迭代，可自主完成复杂任务，在推理过程中，模型状态持续更新，需保存 PB 级状态数据，支持百万级并发查询，知识提取可促进模型自进化；第二，AI 从智能个体升级为多智能体系统，多智能体要通过紧密协作实现集群智能，而多智

能体任务协作需共享任务状态和历史上下文，且这些数据需要具备跨任务的可迁移性；第三，智能体的单一会话记忆升级为持续的、跨会话的持久性记忆，个性化终身记忆的数据增长速度从 10GB/s 增长到 1TB/s，提供百 PB 级的持久记忆能力，从而有效提升 Agentic AI 的智能水平、精度和泛化性。

而进入物理 AI 时代，数据是物理世界到数字世界的实时映射。通过与环境数据的高频交互，AI 系统可实现动态自演进，不再依赖预先标注的数据集，而是通过实时感知与反馈循环不断优化。

伴随数字孪生、具身智能与超级智能体的普及，预计到 2035 年，存储容量需求将比 2025 年增长 500 倍，AI 数据占比超过 70%。

数据存储范式变革：从存数据到存知识，释放数据价值

为适应大模型对数据逻辑与语义关系的深度需求，数据存储的基本范式正在发生深刻变革。传统以文件、对象为基础单位的存储方式逐渐无法满足 AI 对数据关联性、状态性与可演进性的要求。过去，一个文件或一个对象是一个封闭的、静态的单元，存储系统的主要职责是保证其不变性、持久性和可检索性。然而，AI 应用处理和理解世界的方式是动态的、关联的且充满状态变化的，这与传统存储范式产生了根本性的不匹配。未来，数据存储范式的变革主要体现在：

第一，数据的关联性。AI 需要理解数据之间复杂的语义关系。在训练、推理时，智能体需要快速检索到与当前对话最相关的历史片段。传统的文件系统将这些数据分别存储在孤立的文件和文件夹中，它们之间的语义关联是隐含的、未被记录的，需要耗费大量计算资源在每次调用时重新建立关联。而未来的存储范式会直接存储已经计算好的“关联”（如 KVCache、知识图谱三元组），使数据天生就带有“上下文”。

第二，数据的状态性。智能体具有连续性的记忆，其价值很大程度上体现在不断演进的

状态上，如对话的历史、任务的执行进度、从交互中学到的偏好等。传统的文件存储的是“结果”，而 AI 进程需要持续读写和更新的正是这些“状态”。以文件为单位来频繁更新这些状态数据是极其低效的。未来的存储系统需要为这种细粒度、高频的状态更新而设计，直接管理智能体的“记忆流”。

第三，数据的可演进性。AI 模型本身在持续学习与微调，这意味着其核心知识（通常体现为权重）在不断发生增量变化。传统的存储方式只会保存整个模型的完整副本，这造成了巨大的冗余。未来的存储范式需要能够高效地保存和检索权重增量，只记录变化的部分，从而实现模型知识的轻量化、版本化管理和快速回滚，这大大降低了模型迭代的成本和复杂性。

到 2035 年，数据的价值不再仅源于其规模或存储形态，而是通过动态激活、场景化供给与语义化存储得以全面释放。届时，数据不仅承载记忆，更将成为推动文明跃迁的“新燃料”。存储不再只是“数据仓库”，而将进化为“智能发动机”，与算力和算法一道，共同推动人类迈向智能社会的新纪元。



► 从移动互联网跃迁至智能体互联网， 搭建物理空间到数字空间的智能交互桥梁

万物超维互联、虚实实时交互的智能体互联网

通信网络的社会价值体现在其承载的业务上。过去网络帮助人们建立了沟通渠道，承载了基础通信服务；今天网络连接了端和云，带给人们丰富的视听体验，承载了内容服务；未来十年，我们有一个关键的假设：90 亿人口拥有 9000 亿的智能体。未来十年通信网络的连接对象将从 90 亿人扩展到 9000 亿智能体，其价值将从服务于“人与人沟通”向构建“智能体互联”的下一代网络发展。

关于互联网的代际划分，目前业界已经形成普遍共识的有两个：上世纪 70 年代开始的 PC 互联网和本世纪 10 年代开始的移动互联网。不难发现，互联网代际的定义与所服务对象有直接关联。2020 年之后，伴随着 Web3、XR、人工智能的出现和发展，“下一代互联网”的讨论再次升温，业界提出过面向元宇宙的“全真互联网”、“空间互联网”，基于 Web3 的

“价值互联网”，面向云间互联的“云互联网（Sky Computing）”，面向算力互联的“算力互联网”，服务于 AI 的“AI 互联网”等新概念。如果我们回到按照互联网所服务的对象为定义原则，则可以看到未来十年最大的变化将是数千亿智能体的新联接需求，我们认为一个面向智能体互联的下一代网络即将诞生。

从时间、空间以及内容产生和应用的维度，观察互联网演进，则更容易勾勒出下一代互联网的主脉络：

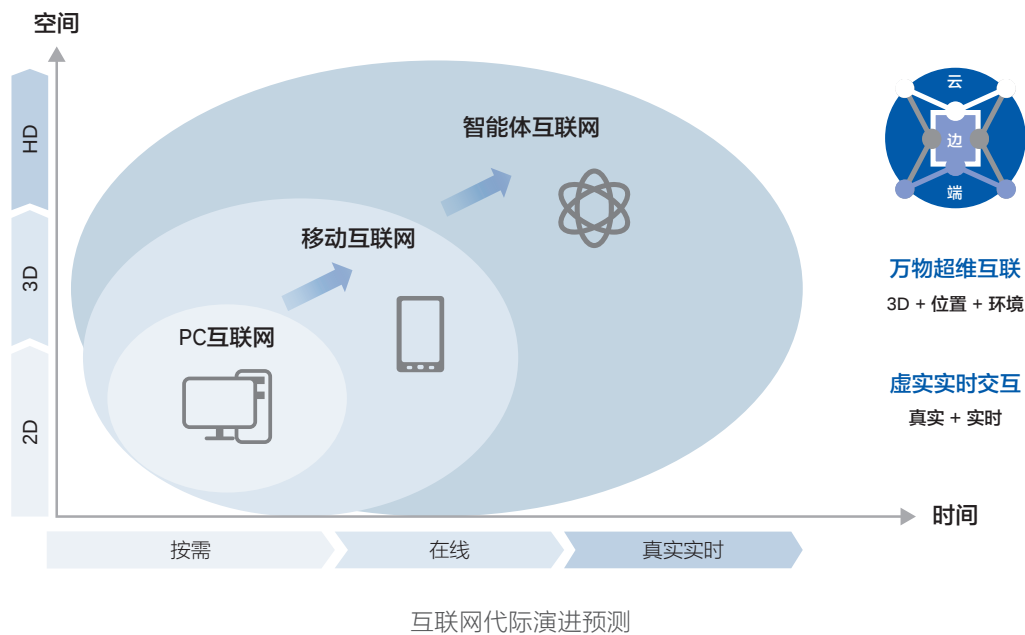
PC 互联网的特征是 Time-on-Demand + 文件 / 图片，少数人生产，多数人消费。

移动互联网的特征是 Time-on-Line + 富媒体（2D/3D 视频），人人都是生产者和消费者。

智能体互联网的特征是 Time-in-Real + 超维空间（HD 多维信息），智能体和人是生产者，同时也是消费者。



智能体互联网包含移动和 PC 互联网的所有场景，网络上交换的信息更丰富、交互更实时、体验更真实。除了支持传统多媒体内容，还包括机器人、无人机等需要的空间、位置、环境感知的信息，实现万物超维互联（Hyper-Dimension Interconnection）；除了支持永远在线之外，还需要支持自动驾驶、AI Agent、XR 等所需要的虚实实时交互（Always In-real-time Interaction）的新能力。



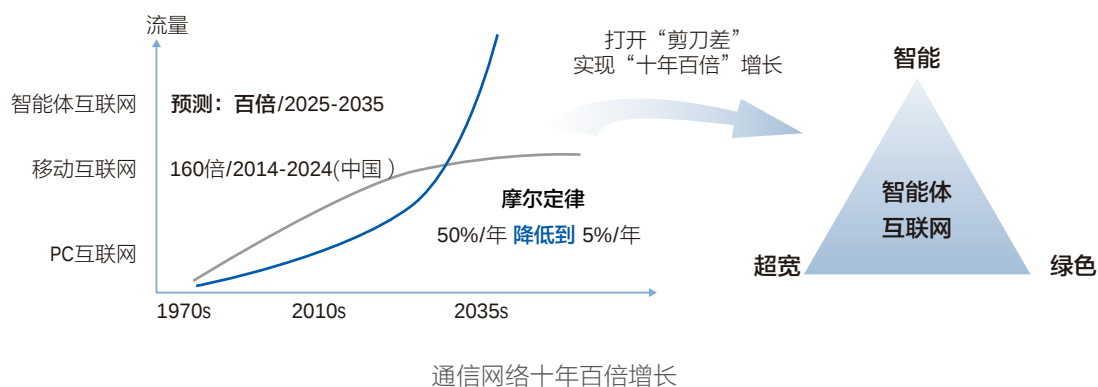
智能、绿色、超宽实现十年百倍增长

在移动互联网时代，我们已经迎来了信息大爆发，人们每天都在产生和使用着越来越多的数据。在中国，2024 年移动互联网接入流量达 3376 亿 GB，比 2014 年的 20.6 亿 GB 增加大约 160 倍。

面向智能体互联的新时代，由于工业控制、机器人、自动驾驶、无人飞行器等智能体的交互速度远远超过人类，其传递的信息也将从二维提升到多维。同时，物理世界与数字世界的

融合，形成镜像世界，将会产生大量的数据。我们预测未来十年，通信流量将保持“十年百倍”的迅猛涨势，但指导通信产业发展的香农定律和摩尔定律都已经放缓，尤其是摩尔定律的增速已经降低到每年不足 5%。

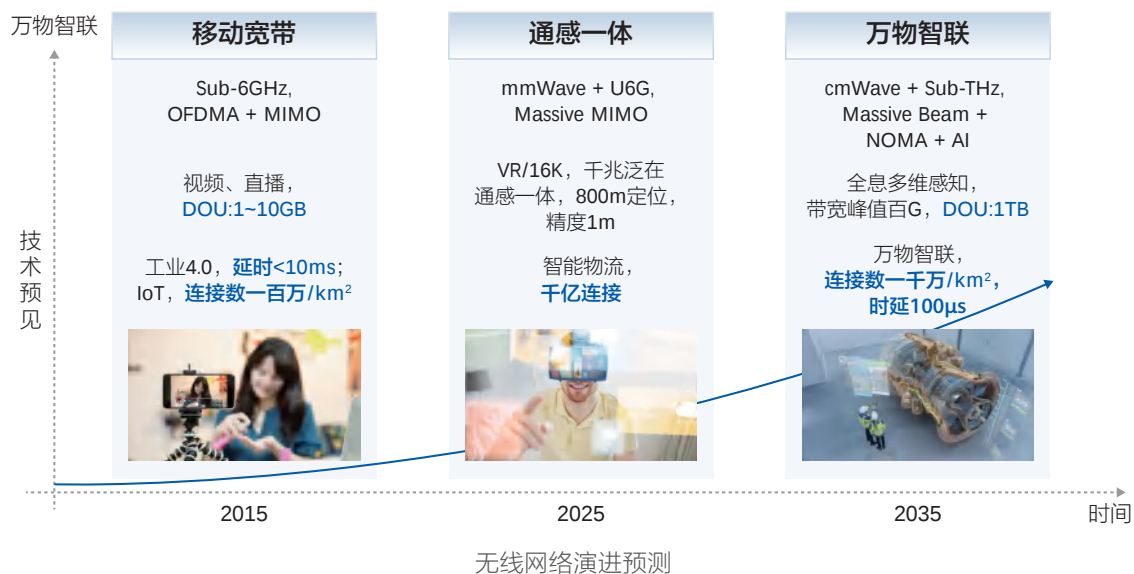
为了满足快速增长的通信需求，无线、光和数据通信产业将围绕智能、超宽和绿色进行系统工程创新，通过技术创新打开“剪刀差”，实现通信网络能力“十年百倍”的增长。



移动网络走向“通感算智”一体

预测 2035 年，每平方公里网络覆盖将可支持 1 千万的连接数，网络时延低于 $100\mu\text{s}$ ，月人均无线蜂窝网络流量达到 1TB。网络覆盖能力要

从地面走向空间立体网络，地面与卫星通信网络架构、标准协议、试验设备等方面走向更深层次融合，并加速手机直连卫星业务的发展，催生更多卫星服务模式，使能全球全域无缝覆盖、星地融合、万物智联的移动通信网络的诞生。



通信与感知深度融合：无线网络通过多模态感知，采集环境数据，与数字孪生技术结合，将构建全新的融合感知服务能力，在一个系统中同时实现通信和感知功能。这种一体化技术能够使通信网络作为一个巨大的传感器，利用

无线电波的传输、反射和散射来感知和理解物理世界。

多要素融合服务：未来十年，无线网络将更加强调“通感算智”多要素融合的一体化服

务能力，以满足未来智能时代应用对多种能力协同的需求。无线网络的角色也将从传统的被动服务提供者转变为积极的参与者和赋能者，在智能体协作、数字孪生、甚至为一些低功耗终端提供无线充电等应用中发挥关键作用。

网络与 AI 相互促进，实现智能体泛在互联

AI 技术应用于网络：通信网络将支持智能原生实现以算助网。通过网元状态数据与 AI 结合，逼近理论极限，提升网络性能。网络运维数据与 AI 结合、大数据分析和闭环优化将全面提升网络自动化水平和全场景服务能力。

面向 AI 时代的网络架构：AI 大模型作为构建在海量数据训练之上的深度神经网络模型，对网络的能力将提出更高要求，通过发展高质量的算内、算间和入算网络，可以实现以网强算，加速 AI 的发展。算内网络通过网络架构创新实现超大规模算卡互联，以动态流量调度和 100% 自愈释放全额算力；算间网络突破地域限制，实现数千公里跨智算中心协同保障“0”丢包传输；入算网络采取分层部署，通过算网一体服务大幅降低企业推理效率损失，在数据不出园区前提下实现算力弹性扩展。

智能体互联：未来智能体将具有多种能力，这些能力可能被分布在不同地方，需要通过网络实现协作。不同智能体的通信需求将呈现多样化，既有大带宽应用又有海量小包、低延迟连接，需要探索更加灵活、智能的通信协议以满足需求。

传送网向超大带宽、超低时延、高可靠高安全的智能全光网、星地超宽网络演进

综合考虑家庭、个人、企业、AI 训推等场景人与物的宽带需求，在流量驱动下，未来传送网络接入层将出现 Tbps 级别的接口，骨干设

备支持单纤 100T，数据中心 3.2T 接口将实现商用。未来通信网络将支持城市内 1ms、城市群 5ms、骨干 20ms 的三级时延圈，并支持大于 99.9999% 的网络可用性，及基于量子密钥分发（QKD）通密一体的高安全网络能力。在网络设计、建设和运营过程中，将充分考虑环境保护和资源节约，通过采用智能预测动态节能技术、OXC/DC-OXC 全光交换网络架构、液冷散热提高设备能效等措施，实现网络能耗的降低和碳排放的减少。

面向 2035，光传送网不仅仅覆盖地面，还要支持卫星的宽带通信需求，驱动卫星通信从数百兆的微波到数百 G 的激光通信，在卫星与星地之间传输域，不同轨道高度的卫星构成多层星座，每层星座内通过星间链路与星间 / 星地组成超大带宽的高可靠的空间立体网络。星间 / 星地链路将采用激光、太赫兹等技术，将支持 400Gbps 以上的速率，甚至通过 WDM 技术支持数十 Tbps 的覆盖全球超大带宽传输，其涉及到地面工业产品如何航天化、相控阵列天线小型化、星间 / 星地光动态跟瞄等新技术应用。

接入网构筑超大带宽、超低时延联接，为 AI 2H/2B 业务提供确定性的体验保障

未来家庭和企业智能化依赖于智能体及其所需的网络和边缘算力基础设施，通过 200G PON 和 Wi-Fi 8 实现超万兆接入；结合智能 Wi-Fi 算法、智能 DBA 算法等先进技术，Wi-Fi 双向时延将低至 5ms、PON 双向时延低于 100μs，实现极低延迟与稳定联接；超大带宽、极佳体验的接入网络将为未来 AI 流服务、智能体交互、AR/VR、具身智能等业务提供差异化、确定性的体验保障。

局域微网助推智慧家庭升级

随着生成式 AI 应用对终端网络的需求增长



以及边缘 AI 的更深渗透，基于 FTTR 的局域微网智算中心将成为未来智慧家庭的锚点，融合 Wi-Fi、星闪、UWB、RFIC 等异构技术，实现安全、个性化的本地智能，助力数字家庭、智能视听、家庭存储、家庭安防、娱乐智控、老人关爱等智慧生活的早日实现。并进一步延伸到智慧办公、无人工厂、个性化教育等智慧企业场景的全面升级。

构建绿色低碳可持续发展的通信基础设施

未来十年，从连接 90 亿人到连接 9000 亿智能体，通信网络成为智能时代的新基础设施仍面临许多挑战。首先，通信网络规模还将持续增长，网络管理将更加复杂，如何通过 AI 及软件技术创新，让网络可以自配置、自修复、自优化，实现在网络规模持续增加的情况下运营维护成本基本不变，将极具挑战；其次，工农业无人值守、汽车端到端自动驾驶、低空载人飞行、低空无人机外卖和货运等物联场景对网络的覆盖能力、质量保障能力和安全可信提出更高的要求，如何通过协议和算法创新，实现网络能够承载多种业务的同时满足高质量和灵活性的要求将极具挑战；最后，由于摩尔定律放缓，量子计算等新技术还不成熟，计算、存储、网络能效的

持续提升已经出现了瓶颈，如何通过基础技术创新构建一个绿色低碳的网络，实现网络容量增加数十倍的同时能耗基本保持不变将极具挑战。

如果我们把通信网络分为硬件、软件和数据三个层面，硬件层面我们已经看到了来自“绿色超宽”驱动下的“全光化”发展方向，包括新光纤、光芯片、光计算、光存储、光转发、光交换等，将为网络可持续发展提供强大的运力和算力支持；软件层面最大的驱动力将来自 AI 和新的计算范式，强大的智能与全新的计算范式结合将带来 100~1000 倍的效率提升；当网络不再是仅仅用于个人通信，而成为整个智能世界的基础设施，当数据层面具备了自我进化能力的时候，网络面临的最大的挑战将是“安全和信任”，包括数据和网络自身的安全，也包括人与 AI 之间的相互信任，量子加密技术将为智能体通信提供更强大的网络安全、数据保密性和数据完整性。

通信网络十年一次大的技术转型，驱动力从 IP、云再到 AI、全光、量子等，每一次变革都是一次巨大的跃迁，十年百倍既充满想象空间，也存在很多不确定性，需要全产业共同努力，共同探索这些新技术方向。

► Token 管理能源网络，让智能成为能源的“神经系统”

智能时代期待能源技术产生奇点突破

能源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础。纵观人类社会发展的历史，人类文明的每一次重大进步都伴随着能源的改进和更替。

智能时代，AI 带来巨大的电力需求，可能远远超出了人类原有的建设规划。按美国星际门计划（The Stargate Project）测算，超级数据中心需要数十亿瓦的电力支持。为此，微软和 OpenAI 计划采用核能。可以预见，未来 5-10 年全球范围内电力设施和能源需求将会是制约 AI 高速发展的核心要素，智能时代期待能源技术产生奇点突破。

未来的能源网络中 Token 将成为能量管理的基本元素，人工智能技术使得未来每一焦耳的能量将可以被 Token 来定义并赋予可编程的人类意志，从而实现能源网络中每一个基本单元的“感知 + 决策 + 行动”的能力，完成能量载体的革命性变革，基于 Token 管理的能源网络将是未来能源网络的重要技术趋势，将与通信技术（能源神经网络）、物联网 IoT 技术（能源神经末梢感受器），能源区块链技术（能源记忆系统）等一起构建起完整的能源神经系统。



能源发展史的新里程碑：风能与太阳能的发电量将在 2035 年超越化石燃料

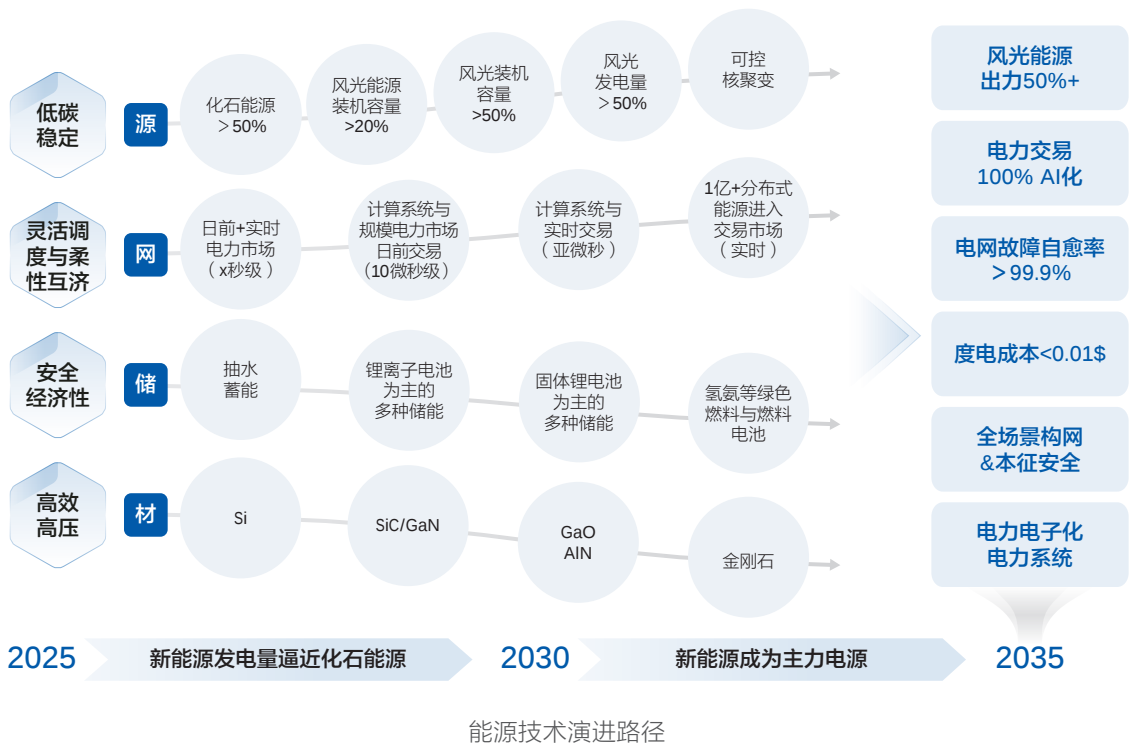
随着新能源技术的不断发展，预计到 2030 年风光新能源装机容量将超越传统石化能源，2035 年风光发电量将超越传统石化能源而成为主力电源。这是人类能源史上具有里程碑意义的技术节点。随着风光新能源比例的不断提升，未来新型电力系统的可靠性、稳定性等问题也越发突出，构网技术将成为解决这一问题的必要技术。新能源的稳定供应是未来十年或更长时期内人类社会面临的具有高度战略价值的重大技术挑战之一。

储能是绿色能源发展的主要挑战，目前，电池储能占新型储能的 96% 以上，度电成本有望下降到 0.15 元以下（低于抽水蓄能）。未来电动车会以一种分布式储能系统即双向 V2G 技术，起到削峰填谷的调节作用，车网互动实现双向充电是未来关键趋势。

热储能技术作为非常重要的中长时储能技术之一，预计 2035 年全球热储装机容量将达到约 500GW，热储系统的热电联供效率提升至 80%，冷热储发电将成为新型电力系统的“稳定器”。

预计 2035 年，氢能将在重卡、远洋船运和工业燃料替代等领域获得大规模应用的机会，全球市场规模将突破 1.5 万亿美元。

核能发电现在已经进入第四代核电技术阶段，未来朝着核能与新能源的耦合、人工智能 AI-powered 反应堆控制与出力预测、高效蒸汽轮机耦合等方向演进。





可控核聚变与天基能源可能成为现实

可控核聚变已经解决基本核心理论问题，正在工程实验方面取得进展，将陆续突破高温超导磁体材料、等离子体磁材料约束技术、高温冷却、AI 赋能等技术。预计 2035 年，可控核聚变实验系统有望实现独立发电，可控核聚变技术一旦突破，将实现 AI 与能源的终极和解，人类社会将会进入另外一个时代。

2025 年中国实现 KW 级 100 米距离的空间太阳能传输。目前空间太阳能发电成本还很高，传输效率偏低。未来需要在高效高抗辐射光电转换材料、轨道聚光、高效微波或激光能量传输、空间轨道管理、微重力环境下散热技术等领域进行突破。预计 2035 年将实现近地轨道 10MW 规模的实验系统。

AI 加持下，人类将实现从能源网络到能源文明的跨越

随着 AI 技术与能源技术的深度融合，Token 化的能源将完成能量载体的深度变革。其与新能源主力供电结合，实现 Token 级能量元素的自主化、能源元素之间的协同化、能量交易可预测化。人工智能应用于能源领域将彻底改写人类能源史和能源范式，并开辟未来能源领域与其他领域技术的进一步融合，如能源与交通，能源与材料，能源与工业，能源与太空，实现能源安全、能源普惠与共享，不断提升人类能源自由度。

2035 年可能是人类能源的奇点，但不是终点，是碳基文明与硅基文明融合的起点，AI 技术将从“耗能巨兽”进化为“能源友好智能体”，并为实现人类能源消费从地球用户升级为跨星球的消费做好准备，如地球月球间的能源互动。由可再生能源、可控核聚变和天基能源构建的综合能源系统输出的无限能源将实现人类能源的绝对富饶，驱动人类文明迈向更加广阔的星辰大海。





与 AI 共赢

加速生产与
生活全场景跃迁



历史证明，技术本身并非目的，只有与真实的应用场景紧密结合，才能激发生产力的跃升。未来十年，人工智能将更深入地融入千行万业、千家万户，为我们带来更美好的生活、更温馨的家庭、更高效的企业以及更可持续的环境，加速生产与生活的全场景跃迁。

► 医疗：计算健康，防病于未然，让生命更有质量

进入 21 世纪第三个十年，人类健康面临寿命延长却健康寿命不足的矛盾。2025 年，全球出生时预期寿命已接近 74 岁^[1]，WHO 指出，过去 20 年来，全球健康寿命与总寿命之间的差距持续拉大，已达到约 9.6 年^[2]。也就是说人类仍然有近 10 年是在疾病或残障中度过，尤其是以心血管疾病、糖尿病、癌症等为代表的慢性非传染性疾病，已导致全球超过七成的死亡^[3]。到 2035 年，65 岁及以上人口将突破 11 亿^[4]，慢病、康复和长期照护需求持续上升。这些趋势正在倒逼医疗体系从“以疾病为中心”转向“以健康全周期管理为核心”

展望 2035 年，在健康守护期，传感器与可穿戴设备使个体状态被实时感知与预测，风险在萌芽阶段即可被干预，AI 驱动的预测与干预手段将使超过 80% 的慢性疾病有望得到有效的预防，从而有效延长人类的健康寿命；在疾病应对期，跨模态 AI 整合医学影像、基因组学检测结果与电子病历等，为医生提供个体化诊疗建议，同时，AI 驱动的药物研发与虚拟临床试验大幅缩短新药上市周期，并能为患者快速匹配最优药物组合；在康复管理期，沉浸式康复设备与远程监测平台让家庭成为康复空间，社区医疗提供持续追踪与看护；在长期照护期，

智能陪护与社区健康网络为老龄人群和慢病患者提供生理监测与情感支持，提升生活质量与社会联结。

通过这一系列环环相扣的创新，2035 年的医疗已经不再是被动的“治病救人”，而是作为社会运行的底层能力，为人类从“延长寿命”走向“提升生命质量”奠定基础。

Token 管理健康，让每个人的健康可掌控



随着 AI 模型与人类健康深度融合，未来健康管理的基本单元将发生根本性转变。个体健康管理呈现出向结构化、智能化、实时转化的趋势，能够被人工智能精准识别、持续建模和动态预测。每个人的健康将被拆解为一系列可量化、可计算的数字健康要素，构建成覆盖生理、行为、心理乃至环境交互的动态健康图谱。这一新范式将彻底改变人类与自身健康之间的关系，使每个人真正实现“可见、可懂、可管”的全周期健康自主。

未来场景：主动感知与智能干预的一体化健康系统

到 2035 年，健康管理体系建立在无处不在的感知网络 and 智能算法之上。全球将有百亿医疗与健康相关 IoT 设备持续采集心电、血糖、呼吸、睡眠、情绪和环境等多模态数据，经边缘芯片处理后转化为标准化的“健康单元”，为每个人生成动态更新的全息健康画像，成为预测和干预的基础。

更前沿的是，健康管理已进入“出生即知健康”阶段。新生儿一出生便可通过基因测序、孕期母婴环境和家族病史生成风险图谱，并与后天数据结合，形成一份贯穿一生的健康底稿。AI 能在婴儿期识别心血管高风险人群，并提示

尽早干预，或在青少年阶段针对遗传性近视、高血糖等给出预防建议，从而最大限度推迟疾病发生。

在这一系统中，AI 不再只是分析工具，而是主动守护者。基于多模态 Transformer 模型，它能够同时处理影像、生理信号、语音情绪和行为数据，识别个体健康轨迹中的细微异常。因果推理帮助 AI 找出真正影响健康的关键因素，而不是停留在表面相关；强化学习机制则让 AI 在与用户的互动中不断优化提醒方式与频率，使干预既有效又贴合个人习惯。例如，英国 Cera 公司联合 NHS 开发的 AI 模型及工具，

能够提前 7 天预测老年患者的住院风险，使住院率降低约 52%^[5]，并凭借 97% 的准确率预测患者跌倒风险^[6]。

因此，医疗将不再是被动的“诊治链条”，而是人与 AI 共建的主动健康网络。家庭与社区成为第一道防线，医院专注复杂与危重症，实现从事后治疗到日常守护的转变，从而减少慢性病恶化风险，降低重大疾病发生率。同时，为了支撑这一体系，平台需显著增强能力：一是算力需求随分析任务激增而大幅上升；二是数据安全与隐私成为核心；三是关键物联网应用要求连接延迟在 2035 年比现在降低数十甚至数百倍。

AI 协同诊疗，每一次治疗都是精准决策

2035 年，AI 与生命科学的深度融合，将推动医疗从“对症控制”迈向“精准治愈”，重构疾病的定义、识别与治疗路径。尤其是在肿瘤、罕见病、慢病和自身免疫性疾病等领域，AI 将不再只是辅助工具，而成为核心发现者与治疗设计者。

未来场景：疾病未发作即被识别

到 2035 年，医院里的疾病常常在尚未出现症状前就被 AI 精准捕获。在体检或门诊过程中，AI 协同诊疗系统会实时整合影像、基因、实验室结果和生理监测信息，像经验丰富的“预判专家”一样寻找早期线索。例如，一个看似健康的患者走进诊室，AI 已在分析他的全息健康档案。当系统在肺部 CT 中识别到细微阴影，并与基因检测中的可疑突变相关联时，会立即提示存在早期风险并建议进一步检查。在这一场景下，AI 不再只是“第二意见”，而是主动发现风险的参与者。

这种超前诊断能力源于 AI 对多模态医疗数据的深度建模与推理。它不仅能对单点检查结果做出判断，还能跨越影像、病理、体征与基因信息，预测疾病演变趋势，帮助医生更早做出干预决策，从而真正实现“疾病未发作即被发现”。

随着应用普及，医疗体系的基础设施需求也发生根本转变。AI 从“感知辅助”进化为“智能决策中枢”，覆盖多模态诊疗、疾病预测、路径优化、个体建模、科研模拟和自动筛药等环节。应用规模与模型复杂度的提升，使算力与存储需求呈指数级增长，未来医院不仅是诊治场所，更是以智能计算和数据管理为核心的科研与临床深度融合体。

正是依托算力存储的跃升，以及与多模态整合，2035 年的诊断模式才能实现从“等待症状”到“提前捕获”的跨越。疾病在未发作前就被识别，不仅让个体获得更多治疗先机，也

让医疗体系减少误诊漏诊、降低突发重症比例，并显著延缓疾病负担的积累。换句话说，AI 将医学从“事后诊断”推进到“事前守护”，让“未病先识”的理想真正落地。

未来场景：每一次治疗都是精准决策——走向因人而异的智慧医疗

到 2035 年，医院里的每一份治疗方案都不再依赖“一刀切”的指南，而是通过数据驱动的个性化决策生成。当患者确诊后，智能诊疗系统会调取海量人群数据库和患者自身的基因、病理和生活方式信息，为其制定独一无二的治疗路径。哪怕是同一种疾病，不同患者的方案也可能大相径庭，医疗全面进入“因人而异”的精准时代。

这一变革源于全球健康数据计划和大模型的深入应用。美国 NIH 的“All of Us”等项目便积累了近百万人的基因与健康数据，为个性化医疗奠定基础^[7]。到 2035 年，这些数据已融入医学大模型，使临床决策能够综合考虑遗传风险、环境因素和生活方式，提升治疗的科学性和针对性。

在临床实践中，AI 成为医生的重要伙伴。它能同步整合病理切片、基因测序、生命体征、病历记录和影像检查，并在统一框架下推理，不仅给出患者当下的状态，还能模拟不同方案下的未来走向。对每个方案的疗效和副作用进行量化比较后，AI 会以可视化形式呈现，让医生和患者直观理解各种取舍。对于复杂病例，AI 甚至能超越指南，依据特殊基因或代谢特征，提出更具针对性的创新疗法。

AI 的作用还延伸到新药研发。遇到疑难病例时，AI 不仅帮助选择现有药物，还能根据分子特征检索组学数据，发现潜在靶点并推荐实验性疗法，推动“为某个患者开发一款药”成为可能。科研、医院和药企借助超大规模算力和高速网络形成闭环，分子模拟、虚拟筛药和临床试验在云与边缘协同下高效完成，显著缩短了研发到用药的周期。

因此，2035 年的医疗实现了研发与临床的双重突破。诊疗方案不再是刻板的标准，而是每一次由医生与 AI 动态生成的精准决策，既符合个体差异，也兼顾疗效与安全。



未来场景：AGI 驱动的人机共创诊疗闭环

到 2035 年，AGI 将成为医疗体系中的核心“决策引擎”，推动诊疗模式从“经验主导”走向“精准协同”。在这一体系下，诊断、治疗推荐和疗效反馈不再是割裂的流程，而是由 AI 与医生共同驱动连续闭环，每一次治疗都建立在最全面、最及时的证据之上。

在临床诊断中，AGI 不再只是影像判读的助手，而是整合病历、影像、基因组和实时监测数据，为患者生成动态的健康画像。医生在面对复杂疾病时，可以直接基于 AGI 的多模态分析，获得病因推理、风险评估和预后预测，从而更早、更准确地识别病灶。这不仅减少了诊断误差，也为后续治疗方案奠定了可靠的起点。

在治疗推荐环节，AGI 将成为“协同设计者”。它能够实时检索全球最新研究和临床指南，并结合患者的个体特征，为医生提供多方案对比。不同于当下静态的建议系统，未来的

AGI 将随患者病情演变而持续调整方案。例如，在肿瘤治疗中，它可以根据用药反应和生物标志物的变化，动态优化剂量和疗程，甚至提前预测耐药风险并提出替代疗法。医生则在这些候选方案中进行甄别和决策，把握医学判断与人文关怀的维度。

在长期疾病管理上，AGI 的作用体现在“协同跟踪”。慢病和自身免疫性疾病的患者会产生海量连续数据，传统方法难以及时消化。AGI 能在这些数据中发现微弱但关键的趋势，提前识别病情转折点，并推送干预建议。医生由此可以更早调整治疗节奏，避免患者陷入急性恶化或长期副作用的风险。

这种模式的本质是人机协同：AGI 负责信息整合与智能推理，医生负责价值判断与个体化把握。它既不会替代医生，也不会削弱临床经验的价值，而是让医生从数据负担中解放出来，把更多精力用于沟通、决策和创新性治疗。

硅基医疗让生命更蓬勃

到 2035 年，健康不再只是被动维持的状态，而成为可以主动塑造、持续延展的能力体系。医疗科技的重心正从“治愈疾病”转向“延续健康”与“优化生活”。无论是用于老年陪护的情感机器人、可用于早期干预的在体传感系统，还是推动认知延展的脑机接口与辅助决策 AI，这些技术共同构建出一个跨年龄段、全时空、主动进化式的健康生态。

在这个体系中，机器人不仅辅助行动，更主动介入情绪、认知与照护决策；AI 不再只是后台算法，而是成为贴身协同的个人助理；而

微型纳米机器人、智能药物递送装置等“体内智能系统”则构成了未来医疗的内嵌神经末梢，实时监控并自动修复身体状态。医疗系统也因此从“单点干预”变成“持续守护”，从医院边界延伸到身体内部与生活场景之中。人类健康将进入“可设计、可协同、可持续”的未来模式。

未来场景：人机共生，从治疗走向进化

到 2035 年，医疗不仅治病，更拓展了人类能力的边界。这一转变源于人机协同、脑机



接口和仿生增强等技术突破。新一代高带宽、低侵入的脑机接口能够实时读取和回写神经信号，使大脑直接控制义肢或外部设备：在康复中心，截瘫患者借助接口驱动智能义肢重新站立行走；在诊所，失明老人依靠电子视网膜重获部分视力；在康复训练中，中风患者通过意念操控机械臂完成动作，促进神经重建。医疗正在从单纯修复缺陷，迈向增强与重塑人类能力的新阶段。

这种增强不仅体现在行动能力的恢复，更在感官与运动维度全面延展。运动方面，外骨骼与可穿戴设备提升了负重和耐力，降低职业损伤风险；感官方面，电子视网膜、仿生耳与触觉反馈装置让视觉、听觉与触觉逐步接近甚至超越自然极限。研究表明，新一代人工视网膜分辨率已逼近人眼水平，触觉与平衡感的仿生系统也在快速迭代。医疗正在进入一个“持续升级人类感知”的阶段。

脑机接口的普及带来了前所未有的 ICT 挑战。未来高通道、毫秒级实时采样将同时处理数十万条神经信号，带宽需求较 2025 年提升

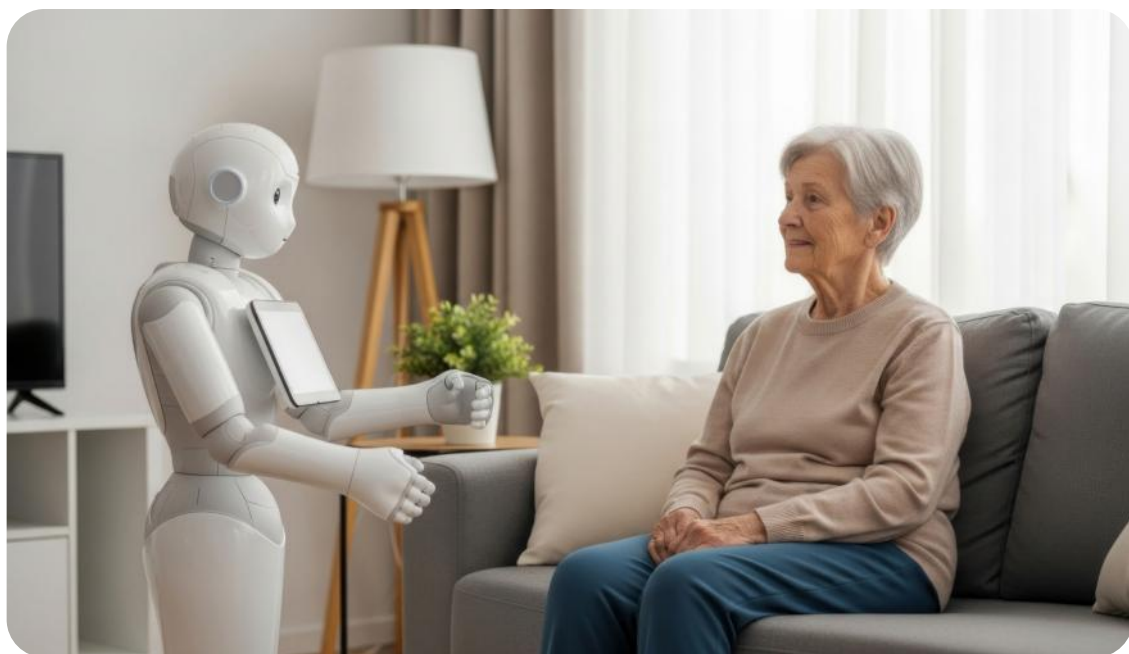
近千倍，因此必须依赖超高速链路、边缘计算与智能压缩技术，才能实现低延迟交互。

随着这些增强技术成熟，医学服务模式也在重构。医疗的关注点不再局限于疾病治疗，而是延伸到功能优化与潜能激发，使健康与疾病之间的界限逐渐模糊，呈现出一个从恢复到增强的连续谱系。

未来场景：医疗下沉到亚细胞尺度，构建“微观修复系统”

到 2035 年，医生治疗疾病的手段已深入细胞和分子层面，就像维修精密仪器一样进行微观修复。一位肿瘤患者无需手术，只需注射“纳米医疗机器人”。这些比细胞更小的装置顺着血液流动，在超声和磁场引导下精准抵达病灶，定向释放药物杀死癌细胞，随后在体内自行降解，患者几乎无创感，治疗在门诊即可完成。

这种技术会应用于多类疾病。例如，生物可吸收的声学微型机器人可通过声学 and 磁力驱



动至目标组织，并用于实时超声成像和治疗药物输送。这些充气声学微型机器人已在小鼠膀胱肿瘤模型中进行了体内实验，并展示了其支持实时成像和向病变组织输送抗癌药物的潜力，从而缩小了肿瘤体积。^[8] 随着材料和控制技术突破，2035 年的微型机器人将会广泛用于脑血管堵塞、复杂感染和免疫治疗，成为医生的“细胞级手术刀”。

微观医疗的普及也重塑了健康观。人类不再等器官功能衰竭才被动抢救，而是在故障萌芽时就主动修复。医疗由“亡羊补牢”转向“未雨绸缪”，由一次性治疗转向持续维护。在分子世界中奏响的这些“无声手术”，正在悄然改变人类健康的轨迹，让生命更安全、更可控。

未来场景：健康延续进入“设计期”，机器人正重构老年与慢病生活

2035 年的一个清晨，独居老人醒来，陪伴机器人已准备好早餐建议和健康计划。床头传感器监测到她昨夜睡眠不足，机器人温和提醒

午后适合小憩；早餐时，它协助准备餐食、提示服药，并播放喜爱的音乐。

对高龄人群和慢病患者而言，这已是日常。AI 不再局限于医院，而是以智能管家的形态进入家庭。老人佩戴的手环实时采集血压、心率、血糖，机器人在发现运动不足时会建议散步，并将数据同步至社区医生用于定期评估。它还能识别情绪波动：当独处过久或语音中出现抑郁迹象时，会主动对话，或引导与亲友视频沟通；节假日还会提醒家人探访或线上团聚，从而缓解孤独。研究显示，这类智能陪护显著改善了老年人的用药依从性和心理状态。例如，Intuition Robotics 推出的 ElliQ 陪伴机器人能主动交流、提醒用药和促进健康习惯，显著改善独居老人的生活质量与心理状态。^[9]

支撑家庭照护革命的是多模态感知与大模型 AI 的融合。智能床垫、健康贴片等设备持续采集生理与环境数据，AI 健康大脑基于个人数据判断微小变化，预测风险并制定个性化策略。机器人作为执行载体，承担语音提醒、物品递

送、康复训练等任务，将 AI 决策落地。由此，健康管理由医院为中心转向以家庭为中心，预计 2035 年超过六成日常医疗干预可在家完成，医院主要处理急危重症。

智能照护已从医疗附属环节升级为生活的

重要组成。借助“AI+ 机器人”，衰老与慢病进程被延缓，老人们能在熟悉的家中安享晚年，既获贴心关怀，又保有独立尊严。疾病的负担被科技悄然减轻，长寿不再是煎熬，而是一段依然可以享受生活、实现价值的“黄金岁月”。

“医疗无界”，让优质医疗触手可及

到 2035 年，医疗不再是医院内部的封闭服务，而是像水、电、通信基础设施一样嵌入社会运行底层，成为支撑全民健康的基础能力。医疗服务将突破空间、资源与组织边界，演进为一个泛在、智能、互联的系统网络，人人都能在家中获得可信、连续的健康服务。

未来场景：医疗突破空间限制，优质服务随处可达

2035 年，实体医院已不再是医疗服务的唯一舞台。借助人工智能和虚拟现实，一个贯穿虚拟与现实的“泛在医疗”网络让全民健康触手可及。人们在家中或办公室即可进入虚拟诊疗室，与全息医生“面对面”交流，完成从问诊、检查到康复指导的全流程服务。医疗突破了物理空间的限制，真正实现无处不在、始终在线。例如，英国 NHS 试点的“虚拟病房”模式，让医护团队在患者家中提供医院级护理，主要服务呼吸疾病和心衰患者^[10]。实践表明，这种模式缓解了床位紧张，提升了满意度并缩短住院时间。尽管仍面临资金与技术等挑战，它已被纳入政府健康规划，为未来全民“智能医疗入口”奠定基础。

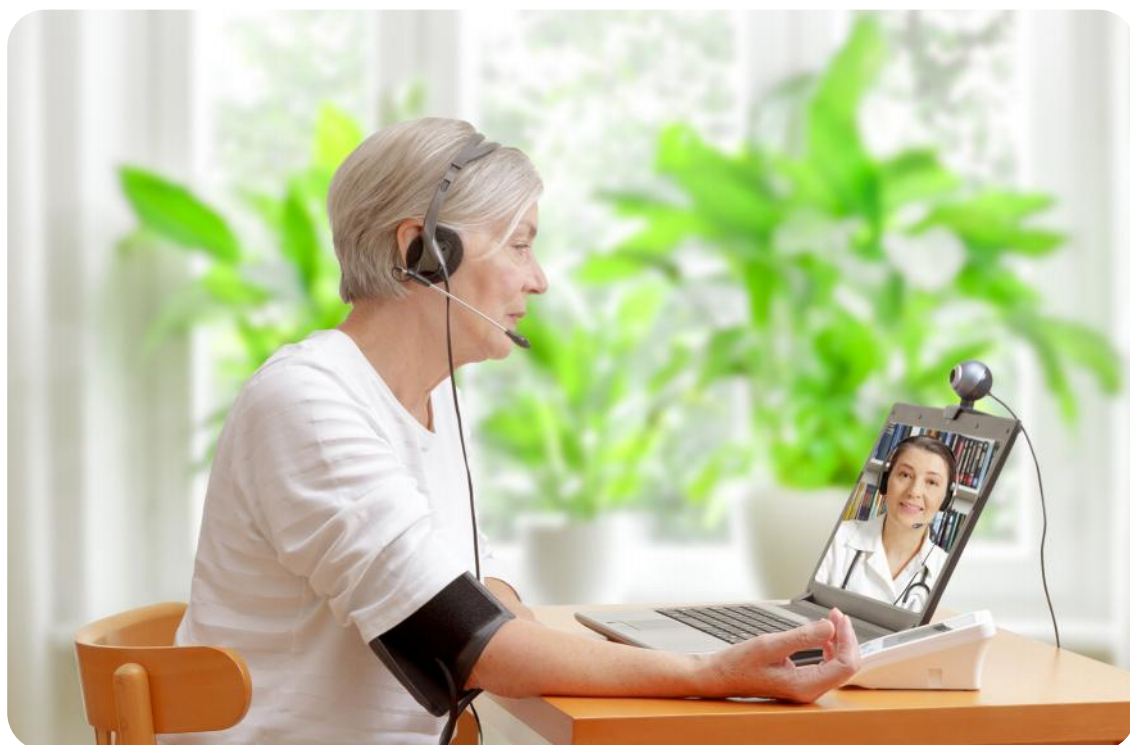
在智慧城市中，家庭被视为“分布式医疗节点”。每户家庭配备与国家健康云相连的智

能健康终端，集成体征监测、语音交互和影像模块。当居民出现不适时，家庭 AI 助手会调取健康档案进行初步识别，必要时引导进入虚拟诊疗空间，与远程医生对接，并自动完成药品配送。依托高速网络与边缘计算，人们即使不出家门，也能享受接近医院级别的体验。

这种模式让社区逐渐成为医疗服务的中心。大多数常见病和慢病在社区即可得到管理，去大医院反而成为例外。病人不再向医院集中，医疗资源主动下沉到每个人，为罕见病、心理健康、康复护理等提供了便捷通道，形成以患者为核心的健康生态。同时，远程交互对 ICT 的要求显著提升：沉浸式诊疗需要超高清音视频、实时 AI 辅助、数字人互动和多模态并发，底层必须实现超低时延、高并发和智能调度。算力、网络与存储的协同升级，才使“医疗无界”的体验真正落地。

未来场景：医疗系统成为社会的智能基础设施

到 2035 年，医疗系统已不再是被动的服务体系，而是嵌入城市运行架构的智能基础设施。如同电网和通信网一样，医疗成为国家和城市的底层基础设施之一，持续、公平且智能地满足每个人的健康需求。医院、诊所、药店、康复中心乃至家庭终端都接入统一的智慧健康



平台：当某地出现流感暴发，系统会自动分析实时数据，调配药品与门诊流程；当急救资源告急时，平台能即时调用周边救护车与床位，保障患者救治。

这一体系依托医疗与公共服务数据的开放共享。到 2035 年，大多数城市已建成覆盖医疗、疾控、应急等领域的实时数据网络等医疗基础设施，实现跨部门协同。克利夫兰诊所与 Palantir 合作的“虚拟指挥中心”就是先例：AI 基于实时数据自动完成床位、人力和手术安排的调度，大幅提升效率。类似平台在未来成为智慧健康城市的标配^[11]。

医疗系统可基于医疗基础设施对全局健康态势和资源状况进行动态调控。若某地老龄化严重，系统会主动加强筛查、增配救护和康复

服务；若年轻人口压力突出，则投入更多心理健康资源。家庭健康终端与城市健康云保持同步，形成“院内诊疗—社区随访—居家监测”的连续服务格局。

在政策层面，全球亦在为医疗基础设施铺路。联合国发布的《全球数字健康倡议》号召各国将医疗数字网络作为国家关键建设之一，推动从试点走向全面转型^[12]。

最终，随着医疗系统升级为智能基础设施，健康供给更加普惠与前瞻。无论城市还是乡村，每个人都能被智能系统“看见、理解、调度并保障”。医疗资源突破空间与等级壁垒，真正融入社会运行血脉，为全人类带来更健康、更公平的未来。



结语

展望 2035 年，信息通信技术（ICT）正全面重塑医疗体系。在城市级健康智算平台层面，算力规模预计将从当下的 PFLOPS 级逐步跨越到 EFLOPS 级乃至百 EFLOPS 级，部分城市的健康智算平台更将逼近 ZFLOPS。存储需求也将由今天的 PB 级扩展至 EB 级，并在部分城市逐步接近 ZB 级，以容纳爆炸式增长的影像、基因与多模态健康数据。网络能力方面，远程医疗早已超越单纯的 8K 视频传输，迈向超高清视频 + 实时 AI 推理 + 数字人交互 + 多模态信号并发的综合场景，单会话带宽需求提升至 Gbps–数十 Gbps 级，端到端时延需降低到亚毫秒级，以便支撑沉浸式会诊、关键医疗 IoT、脑机接口等实时应用。

随着这些底层能力的持续跃升，医疗服务的组织逻辑也在随之发生深刻重构。患者不必再频繁往返医院，而是可以依托可穿戴设备和云端平台，在日常生活中获得持续健康监测与支持。多源数据的实时采集与 AI 智能分析，让诊疗从经验驱动走向数据驱动，医生借助医疗大模型为个体生成动态、精准的个性化方案。未来医疗将突破医院边界，延伸至日常生活，不仅更加普惠可及，更通过智能化手段显著提升诊疗质量，成为每个人日常守护的坚实保障。

► 教育：人机协同教学，惠及每个人成长



过去的十年，是全球教育发展“公平与质量”并重的十年。据联合国教科文组织（UNESCO）数据显示，与 2015 年相比入学少年儿童和青年人数增加了 1.1 亿^[13]，但是到 2030 年全球中小学教师缺口预计仍将达到 4400 万^[14]。教师短缺不仅影响教育的普及和质量，还加剧了教育不平等。根据中国教育部《2024 年全国教育事业发展统计公报》数据，全国各级各类学校教育平均生师比大约在 15:1^[15]，经济合作发展组织（OECD）数据显示在一些发达国家这一数值更低^[16]。生师比过大和繁重的教学任务仍然制约着教育公平和高质量发展，教师无法及时关注每个学生的学习状态和提供个性化教学方案，学生也难以获得高质量的教学资源。

自 ChatGPT 等 AI 大模型陆续发布以来，探索 AI 与教育的结合变成教育转型的重点探索方向。中国《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见》指出要推行更富成效的学习方式。

把人工智能融入教育教学全要素、全过程，创新智能学伴、智能教师等人机协同教育教学新模式，推动育人从知识传授为重向能力提升为本转变，加快实现大规模因材施教，提高教育质量，促进教育公平。构建智能化情景交互学习模式，推动开展方式更灵活、资源更丰富的自主学习，鼓励和支持全民积极学习人工智能新知识、新技术^[17]。在亚太地区大多数国家的教育体系中以教师为中心的模式和死记硬背的学习方法占据主导地位^[18]。这种教学方式限制了学生个性化发展，也忽视了学生主动思考、理解力和创造力的培养。UNESCO 强调，教育需重新定义其与人类、地球、技术的关系，避免将知识作为“真理”灌输，而是培养学习者批判性分析和解决复杂问题的能力^[19]。

随着技术的发展，2035 年 AI 技术将与教育深度融合，形成人机共育、人机共教、人机共学的人机协同教育教学新模式，全球教育将全面迈入智慧教育时代。教学资源将通过 ICT

技术手段拓宽供给渠道，确保城乡和区域间教育资源的公平分配，通过 AI 技术弥补师资等教学资源的不足，确保高质量教育人人可及；教学模式将更加注重学生的个体差异，提供多样化、个性化的 AI 教育应用，满足不同学生的自主学习需求，帮助教师真正实现因材施教；教

学环境将更加智能，知识的传授不再是单向灌输，更加注重交互体验和智能服务。未来，教育体系通过 ICT 技术尤其是 AI 技术优化教学资源、创新教学模式和打造智能教学环境，全面提升教育公平和质量，满足个人和社会发展的需要，提升全球教育水平。

以 AI 为梯，从被动学习到主动探索

美国著名认知教育心理学家布鲁纳认为：“学习本质是主动形成认知结构的过程，而非被动接受信息”^[20]。这一理念在 AI 时代迎来技术共振，此时的 AI 不再是简单的辅助工具，而是学生的“智能学伴”。通过多模态数据分析精准定位学习需求，借以苏格拉底式对话激活主动认知思维，建立自适应路径规划与动态反馈体系，系统性打破被动学习壁垒，推动教育从“被动灌输”向“主动探索”的跃迁，助力实现个性化学习，让每个学生都能发掘个人无限潜能甚至成为“天才”。

未来场景：个性化智能学习助手，构建主动学习模式

AI 驱动的个性化智能学习助手，能根据学习者的即时需求或长期目标，定制化学习路径并引导他们找到合适的资源，其个性化匹配、动态交互与实时反馈机制，能有效唤醒学习内驱力，帮助学生制定学习计划达成学习目标。在自主学习场景中，系统基于多维数据建模与认知科学原理，构建“精准推送 - 内在驱动 - 效率跃升”的闭环生态，实时采集学习数据，通过智能模型解析潜在需求，自动推送适配的资源、练习及挑战任务，持续激发主动学习动机。

AI 通过深度挖掘学习者的兴趣图谱与认知偏好，能精准定位需求知识要点，并将其转化为触发内在学习热情的切入点，让学生主动参



与到学习中。AI 作为学习伙伴，不再以教学者的方式来教导学生，而是根据学生的兴趣和目标，提供持续的支持，帮助他们决定学习什么，以及在哪里和如何学习 [21]。借助自然语言处理和图像识别技术，捕捉学习者浏览资料时的隐性兴趣信号，如对宇宙星系图片的高停留率、对科幻剧情的高频标注等，据此构建动态兴趣模型，实现兴趣学习内容的个性化推荐，让知识获取从被动接受转变为兴趣驱动的主动探索。



依托 AI 智能体与多模态数据分析学生学习情况，智能助手推荐学习内容可精准补齐学习短板，全方位提升学习效率。系统通过课前课中课后实时采集学习者的答题准确率、作业耗时、知识掌握图谱等数据，运用智能分析模型深度解析学习弱点，如智能助手通过学习行为分析，精准定位到学习者在数学函数章节存在概念混淆的认知短板，随即动态生成并推送适配性学习资源包，从学习到测验帮助学习者快速弥补知识漏洞，达成高效学习的目标。

未来场景：与苏格拉底对话，培养自主认知思维

人工智能技术让与苏格拉底对话成为可能，这种跨越时空的思想交互，正源于对“苏格拉底对话法”的数字化演绎。其核心是通过连续、有针对性的追问，引导对话者对已有的知识和观点进行批判性思考和深度反思，发现其中的矛盾和错误而非直接给出答案，最终获得真理。

让知识的获取不再是被动接受，而是通过主动思辨实现认知觉醒。具体来说，苏格拉底式对话法是利用 AI 将原始问题分解为子问题，通过提出和回答子问题直到收集到足够的信息来处理原始问题。它能像批判性思维者一样，通过自我提问引出中间推理步骤，并解决复杂的推理问题 [22]。

AI 驱动的苏格拉底式对话助手能够精准识别学习者的认知盲区，通过递进式提问启发其自我纠偏，助力培养自主认知的学习思维。相关研究显示，苏格拉底聊天机器人在培养学生主动学习能力和批判性思维方面的表现显著优于标准聊天机器人 [23]。例如，当学生遇到代码效率等问题时，AI 不会直接输出解决方案，而是以递进式追问启发学生深度剖析代码逻辑，自主定位编程漏洞。这种交互式机制能推动学生全程参与知识建构，在实践中强化逻辑思维与问题解决能力。

分身有术，让大规模因材施教成为现实

未来，依托人工智能、5G/6G、虚拟现实、增强现实、物联网等技术，孪生智能教师（教师智能分身）教育技术将广泛应用，展现出创新教学形态、增强教学效果的巨大潜力。孪生

智能教师能精准捕捉和分析学生数据，生成精细化教学方案，实现精准教学辅导。真人教师通过创设虚拟化身能够突破真实时空限制和教学障碍，支持远程实时教学和满足特殊教育需

求，达成实体环境难以实现的功能^[24]。孪生智能教师将与真人教师协同教学，让学生能随时获得孪生名师指导，形成课前课中课后高品质的教学闭环。

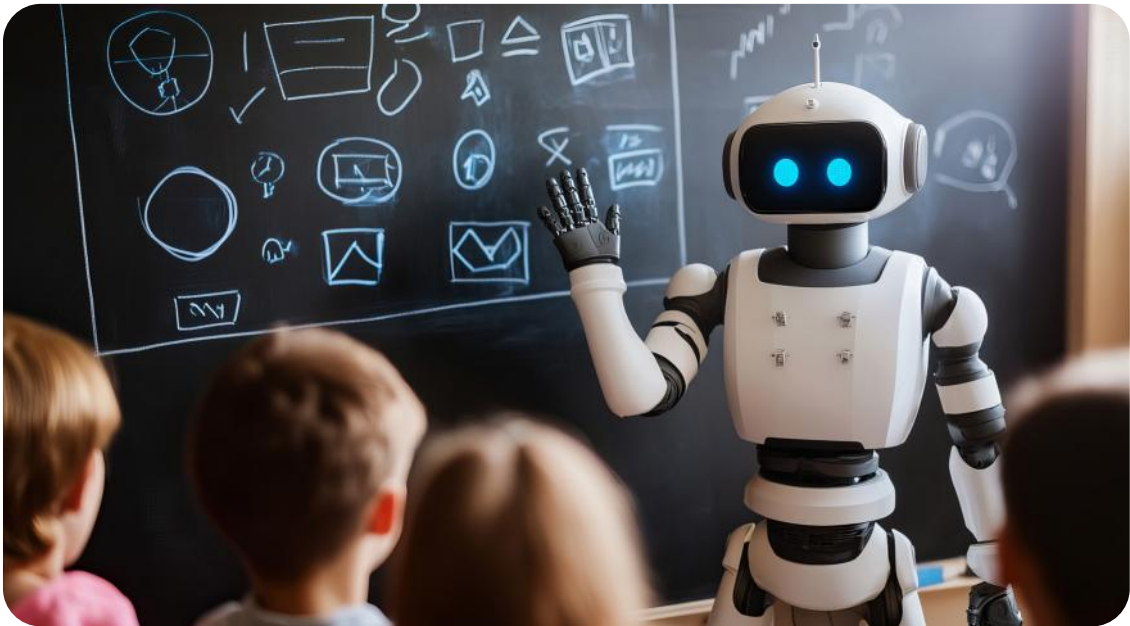
未来场景：双师协同育人，让教学温度与精度同频共振

孪生智能教师与真人教师协同育人，在教学育人发挥各自优势，将成为教育场景的日常形态。孪生智能教师可以提供教学建议，教什么、怎样教学生，老师仍具备决定权。

孪生智能教师智能化接管课件生成、作业批改等繁重工作，真人老师转而聚焦教学深度、情感沟通与价值引导等核心育人环节，让教学过程更有“温度”。如孪生智能教师在作业批改中分析出学生“逻辑推理能力薄弱”，真人教师设计专项辩论活动培养思辨素养；依据班级“合作学习参与度低”的统计结果，策划团队实践项目强化协作意识。最终引导学生树立正向价值观，培育健全人格。研究表明，AI 驱动的虚拟教师显著减少了教师用于机械批改和

重复答疑的时间，提高教育效率^[25]。现有技术可以帮助教师将 20% 到 40% 的时间重新分配给支持学生学习的活动^[26]。

孪生智能教师对学生学习状态精准分析，为精细化教学提供了硬核支撑，让大规模因材施教成为可能。依托物联网传感设备与计算机视觉技术，实时分析学生的课堂表现、作业情况、进步轨迹等，整合为可视化报告，并制定专项训练方案反馈给教师，教师据此调整教学策略，并提供更有针对性的指导和帮助，进而更大规模地促进学生的个性化学习和全面发展。这种双师协同的教学模式，既把老师从繁重的基本教学任务中解放出来，又让教师跳出“凭经验判断”的传统模式，转而实现基于客观数据的精细化和人性化教学。例如，孪生智能教师反馈某学生在几何证明题答题速度慢且正确率不高时，向真人教师建议其可能陷入“机械抄题而非理解逻辑”的误区，进而在下次课堂中真人教师可着重引导该学生口述解题思路，及时纠正学习方法。如此一来，孪生智能教师的数据分析能力与真人教师的教学经验形成互补，共同推动教学过程从“大水漫灌”向“精准滴灌”升级。



未来场景：孪生智能名师，实现学生全时域教导

孪生智能教师能为学生提供全天候一对一教学指导，打破传统教学时空限制。孪生智能教师能够方便学生自主学习，按需讲解复杂的课程概念，指导学生解决问题，并充当练习伙伴^[27]。学生可按照自己的时间安排随时随地向孪生智能教师提问互动，并获得与教师风格一致的引导，不再受限于传统课堂的时间和地点，这种灵活的学习方式能够更好地提高学习的效果和学习的自主性。孪生智能教师通过深度分析学生的学习情况及反馈，精准提示知识盲区

并自动推送适配的预习资料，随时回答学生疑惑，全面提升学习效率，让每个学生都拥有自己的“24 小时专属教师”。

数字孪生与全息技术实现了优秀名师的知识经验开放共享，改善教师资源不均等问题。孪生智能教师不仅能高度复刻教育名师的真实授课行为、知识体系与教学风格等，还能通过情感识别技术自动分析并反馈学生情绪，给予鼓励、共情反馈或思考提示。孪生智能教师的普及将突破当下优质教育资源不均衡的现实困境，让不同地域的学生随时随地都能获得名师指导。

学无止“境”，让每个学生在智能孪生教室里获取真知

体验学习将是未来学习非常重要的一环^[28]。预计到 2035 年，智慧教室将利用全息、虚拟现实、增强现实等沉浸式技术进一步升级为智慧孪生教室，提供更加生动、直观的教学课堂体验，激发学生的学习兴趣，提高学习效率。例如，虚拟现实、增强现实等沉浸式技术使学生能够在物理和虚拟空间体验数字渲染内容，为教育技术创新提供了显著潜力；这些技术通过减少物理空间的障碍、增强协作和实践学习，并提供个性化学习方法，拓展了 K-12（学前教育至高中教育）多种学习环境的可能性，从而帮助各个阶段的学生蓬勃发展^[29]。

未来场景：超现实教学，增强沉浸式教学体验

未来，通过全息、虚拟现实、增强现实等沉浸式技术将实现超现实教学，增强课堂内的教学互动体验。

全息、虚拟现实、增强现实等沉浸式技

术与教学融合将让知识具象化，提高知识留存率和学习效率。在传统智慧教室的基础上，引入各类实时 VR/AR 教学模块增强物理世界，进行趣味性、直观性、应用性、沉浸式情景再现，打造虚拟与现实相结合的教学环境，提供身临其境的教学体验。例如，小学教师 Leticia Ahumada 采用沉浸式技术推动课堂游戏化学习历史，显著提升了学生参与度；学生也表示，这种方式不是学习历史更像是亲身体验历史^[30]。

超现实教学技术融入课堂，可以增加学生的互动与参与度，提供随时随地的实践教学。VR/AR 等技术能够通过模拟高难度或者高风险实验场景，实现“零风险低成本可重复”的教学实践，同时依托 AI 系统实时指导，帮助学生规范操作流程，提高实验效率和理解深度。例如，在手术模拟教学中使用虚拟现实、增强现实可以低成本重复教学，显著降低真实手术中的风险。

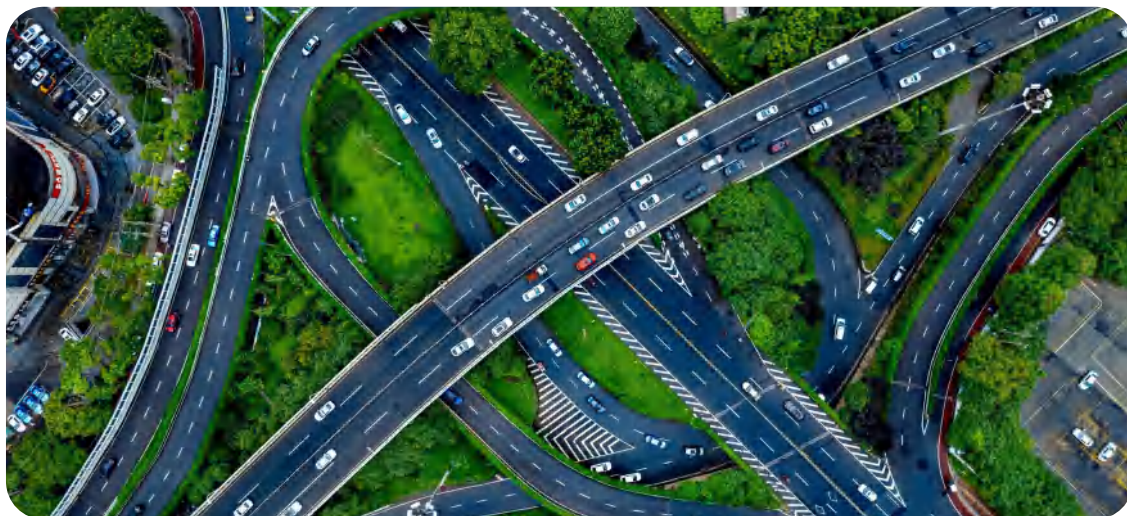


结语

2035 年，先进的 ICT 技术将重构教育生态，成为推动未来教育变革的核心驱动力。智能技术将深度融入到教育教学全要素、全过程，推动教育向更智能、更高效、更公平的未来跃迁。

到 2035 年，全球将有超过 10 亿学生日常使用智能学习助手辅助学习，同时也将有超过 5000 万孪生智能教师辅助教学，超过 80% 的智慧教室将升级为智能孪生教室。为了提供这些智能化服务，教育数智基础设施将迎来普遍升级。以万人学校或者教育局管辖区域为例，相较 2025 年，算力需求提升 680 倍至 68PFLOPS，网络带宽需求提升 500 倍至 500Gbps，存力需求提升 850 倍至 68TB。

► 出行：体验流动的“第三空间”



步入 2035 年，城市交通的面貌已发生了根本性的变革。出行的核心理念，已悄然从过去单纯追求位移效率的“功能供给”，全面升级为以人为本、创造价值与乐趣的“体验赋能”。这场革命的背后，是出行即服务（MaaS）等新兴平台的成熟，以及 RoboTaxi、空中出租车等新型载运工具的规模化应用，它们共同编织出一张无缝、智能且充满想象力的未来出行网络。

过去，我们的出行围绕着“工具”展开——选择地铁、公交还是网约车，考虑的是时间、成本和线路。而在 2035 年，出行则围绕着“场景”和“体验”来组织。MaaS 平台成为了这一切的“超级入口”，它不仅仅是一个聚合了所有交通选项的应用，更是一个能理解用户意图的智能管家。它能够根据你的日程、偏好甚至实时情绪，为你量身定制一整套包含交通、娱乐、工作的“时空解决方案”。

这场体验革命的主角，是 RoboTaxi 和空中出租车（UAM/eVTOL）这些新型载运工具。RoboTaxi 彻底摆脱了传统汽车的属性，进化为

一个个流动的“第三空间”。你可以在清晨预约一辆“移动办公室”，在上班途中高效地完成晨会；也可以在周末为家人选择一辆“亲子娱乐舱”，让旅途充满欢声笑语。RoboTaxi 将通勤的“垃圾时间”转化为极具价值的个人或家庭时光。

与此同时，以电动垂直起降飞行器（eVTOL）为代表的空中出租车，则为城市出行开辟了“第三维度”。当你需要快速跨越拥堵的城区，参加一场重要的会议时，MaaS 平台会为你无缝衔接一辆 RoboTaxi 和一架空中出租车，将数小时的地面交通缩短为十几分钟的空中旅程。这不仅是效率的极致提升，更是一种前所未有的、俯瞰城市风景的独特体验。

总而言之，2035 年的未来出行，其终极目标不再是将人从 A 点运送到 B 点，而是让每一段旅程都成为生活中有意义、有价值的一部分。通过 MaaS 平台的智能调度和 RoboTaxi、空中出租车等创新载具的应用，出行被重新定义为一种可以被设计、被享受、被赋能的全新生活体验。

无缝、智能、可持续的出行网络，让出行更便捷高效

展望 2035 年，全球城市化进程不断加深，特大城市面临着交通压力、人口老龄化和碳中和等多重挑战。与此同时，高度自动驾驶汽车（L4/L5 级）、城市空中交通（UAM）和超高速管道列车等新工具层出不穷。在这个时代，单一交通模式已无法应对复杂需求，一个能够整合所有资源的“超级大脑”——出行即服务（MaaS），将成为城市运转的核心脉络。2035 年的 MaaS 不再是应用的简单迭加，而是由一系列前沿技术驱动的、深度融合的场景革命。

未来场景：无缝衔接的“超级通勤”

为应对极端通勤挑战，MaaS 平台将提供“一键式”订阅服务。这一切的实现，首先依赖于城市级数字孪生平台在云端的持续模拟，以及 AI 和量子计算引擎在数百万用户与载具间进行的全局最优解计算。清晨，系统根据您的日程和预测路况，自动派一辆自动驾驶共享舱到门口。车辆搭载的智能终端，通过峰值速率达 100 Gbps 的网络，实时接收来自云端的动态路径规划。它将您送至小区垂直机场（Vertiport），在那里，一架共享 eVTOL 已精

准就位。这种“车等机、机等人”的无缝衔接，得益于车辆、eVTOL 与机场三者间低于 0.5 毫秒端到端时延的协同通信。仅需 15 分钟跨越城区后，另一辆自动驾驶车已在降落点等候，完成“最后一公里”接驳。整个过程支付、换乘无感，通勤体验极致高效。

未来场景：普惠温情的“全民出行”

面对人口老龄化，MaaS 将提供高度定制化的无障碍出行。老年用户通过语音即可预约配备自动升降座椅和健康监测设备的专车。为了保障绝对安全，车辆与道路基础设施的交互至关重要。当车辆接近路口时，会通过 V2X 通信向路侧单元（RSU）请求更长的绿灯时间。RSU 上部署的算力高达 1 PFLOPS 的边缘计算节点会立刻处理请求并协调信号灯，整个交互在 0.5 毫秒内完成，确保车辆安全通过。此外，MaaS 平台与医疗系统打通，自动规划康复理疗行程，这背后是每平方公里超过 1000 万物连接数的网络支撑，将车辆、用户、医疗设备和城市设施紧密相连，构建起一张温暖的社会服务网。



未来场景：人货共运的“集约化物流”

为实现碳中和目标，MaaS 将整合客运与货运网络，实现资源的“潮汐式”复用。白天服务乘客的自动驾驶车队，到了夜间便自动转换为物流主力。这种模式的调度中枢，是存储容量超过 100 EB（Exabytes）的城市级云控平台。平台利用 AI 分析海量的历史与实时数据，精准预测各区域的客货运需求，并向数百万车

辆下发指令。车辆自动前往物流中心装货，并将包裹高效送达小区储物柜。这种集约化模式极大减少了道路车辆总数，显著降低了碳排放。

总而言之，2035 年的 MaaS 不仅是一个整合交通工具的应用程序，它更是一个由 AI 驱动、数字孪生赋能、以人为本的城市交通操作系统。它将化解未来的交通挑战，让我们生活的城市变得更加高效、公平、绿色和充满活力。

L4&L5 成为流动的第三空间，重塑城市格局的智能出行革命

预计 2035 年，自动驾驶出租车（RoboTaxi）已从昔日的科技试验品，演变为全球城市交通生态系统中不可或缺的中坚力量。其市场规模已扩展至万亿美元级别，彻底颠覆了传统的出行服务行业。这一时期的商业模式呈现出多元化、深度融合的特点，远超出了单纯的 B2C 网约车范畴。主流模式包括：与城市公共交通系统互补的“公私合营”（PPP）模式，RoboTaxi 作为地铁、公交的“毛细血管”，解决“最后一公里”的接驳难题；面向企业客户的 B2B 订阅服务，为企业提供员工通勤、商务出行的定制化解决方案；以及由主机厂或头部运营商主导的“车辆即服务”（VaaS）平台，将标准化的 RoboTaxi 车辆和运营系统开放给第三方，催生出更多样化的本地生活服务。

RoboTaxi 的规模化商用，核心依赖于自动驾驶技术的飞跃式进步。到 2035 年，L4 级别自动驾驶在绝大多数城市建成区和高速公路已普及，甚至在部分领先的智慧城市中，能够应对一切场景的 L5 级别技术也开始投入运营。这背后的技术基石主要体现在三个层面：第一，超越融合的“超维感知”。车辆的传感器不仅仅是激光雷达、摄像头和毫米波雷达的简单堆

栈，而是通过深度学习算法实现了数据的前端预处理和特征级融合，使其具备了全时速、全方向、全目标、全天候、全场景的精准感知能力，能从容应对暴雨、团雾等极端天气和复杂的城市“边缘场景”。第二，预测性的“社交化决策”。车辆的“大脑”不再是被动响应，而是能够基于车联万物（V2X）网络传来的全局交通信息和对周边交通参与者行为的精准预测，做出兼顾安全与效率的“拟人化”决策，如优雅地进行人车混行场景下的博弈，或与其他车辆协同编队行驶。第三，坚不可摧的“冗余安全”。从硬件的双备份设计，到网络安全的“零信任”架构，再到远程云端接管系统的实时守护，构建了一套完整的安全闭环体系，确保了 RoboTaxi 的可靠性无限趋近于 100%。

在成熟的商业模式和强大的技术能力双重驱动下，2035 年的 RoboTaxi 催生了一系列颠覆性的创新应用场景，将车辆从单一的交通工具，变革为流动的“第三生活空间”。

未来场景：流动的个性化空间

通勤者可以订阅“办公舱”，在上班途中

无缝接入安全网络，召开视频会议；年轻人可以预约“娱乐舱”，享受沉浸式的影音游戏体验；家庭出行则可选择“亲子舱”，车内配备有互动游戏和儿童安全监护系统。RoboTaxi 真正实现了“出行时间的价值再造”，将原本被浪费的通勤时间转化为工作、娱乐或休憩的高效时光。

未来场景：实时响应的动态公共服务

RoboTaxi 不再仅仅是商业化运营，它深度融入了城市公共服务体系。例如，与医疗系统联动的“移动诊所”，可以为行动不便的老年人提供上门基础体检服务，车内配备的智能诊断设备会将数据实时回传给小区医生。在应急场景下，RoboTaxi 车队可以被一键调度，优先执行药品配送、人员疏散等公共任务，成为城市应急响应系统的敏捷终端。

未来场景：万物互联的“实时零售与服务”

RoboTaxi 的车辆空间成为线下零售和服务的新载体。用户可以在电商平台下单后，预约一辆“移动试衣间” RoboTaxi，在下班路上完成试穿和退换。餐饮品牌可以推出“移动餐吧”，在用户指定的时间和地点提供热气腾腾的餐食。这种模式将“人找货”变成了“货找人”，极大提升了消费体验和商业效率。

总而言之，2035 年的 RoboTaxi 不仅是解决出行问题的工具，它更像是一个个智能、可移动的超级终端，编织出一张全新的城市服务网络，深刻地改变着我们的居住、工作和生活方式。



到 2035 年，私人汽车出行占比减少 15%。MaaS 平台作为智能大脑，将覆盖欧盟 80% 核心城市，MaaS 服务成为出行主流，将通勤效率提升 15%-30%。通过无缝调度 RoboTaxi、空中出租车等新型载具，将出行过程转变为可被设计和享受的个性化场景，彻底重塑人们的时空体验。

为了满足从位移的“功能供给”向创造价值的“体验赋能”跃迁，预测到 2035 年，单车需要获得 100 Gbps 的稳定带宽，端到端时延从 10 毫秒级降低至亚毫秒级，每平方公里物联连接数将达到 1000 万个，不仅使每辆车，而是道路上的每一个设施（如信号灯、传感器等）都成为智能网关节点。同时，路侧边缘算力将提升 2 个数量级，达到 1 PFLOPS；城市云端存储需求从 PB 级跃升至 EB 级，达到 100EB，以支撑数百万辆自动驾驶汽车产生的行驶日志、传感器数据以及 V2G 交易等数据。

► 饮食：从“吃饱吃好”走向“吃出健康”

五谷者万民之命，国之重宝。联合国粮农组织在《2025 年世界粮食安全和营养状况》报告指出，当前全球大约有 6.73 亿^[31] 人口挣扎在饥饿线上，并且预计 2030 年将有 5.12 亿人面临长期食物不足问题，粮食安全仍然是一项长期和艰巨的挑战。

面向未来，人们的饮食需求正在从“吃饱吃好”向“吃出健康”转变，在满足日常饮食的安全便捷、多样化摄入、营养均衡的基础上，追求个性化与精准营养、以及更加幸福的饮食体验。

农场智慧化，让农业生产“不再靠天吃饭”



2035 年全球农业将迈入智慧农场时代，农田不再是靠天吃饭的土地，而是由物联网、人工智能、区块链构建而成的“立体智慧体”。无人机与机器人集群完成 80% 以上的田间作业，卫星导航助力播种系统实现高精度定位，垂直农场利用 LED 光源与水培技术大幅提高单位面积的产量。农业生产将突破地理与气候的约束，形成“全域感知、智能决策、精准执行”的新型生产关系。

未来场景：农场自组织生产，打造未来农业新形态

未来农田是遍布智能设备的“数字农场”，每一块土地都拥有“智慧大脑”，通过土壤传感器和气象监测仪等传感设备，实时感知土壤湿度、光照和温度，动态调节作物生长所需的环境和营养。当系统检测到土壤湿度低于设定值，滴灌设备会自动运行，精准补充水分，既不浪费水资源，又能让作物“喝饱喝足”。农民不用再顶着烈日到田间巡视，只要通过手机等智能终端查看数据，就能知道哪块土地需要施肥，以及什么时间需要防治病虫害。在温室大棚里，植物生长不再依赖自然光照，人造光源根据作物需求调节光照的时长和强度，让作

物在反季节也能旺盛生长。垂直农场利用多层种植和营养液栽培等技术，在城市中心也能实现绿色蔬菜全年无休的生产。

智慧农场用科技的力量重塑农业生产，摆脱了气候和地域的不确定性，让农业生产“不再靠天吃饭”。

基于个体差异的个性化饮食，“缺啥补啥”

随着基因组学、人工智能与穿戴设备的深度融合，人类社会将进入全新的营养管理模式。通过基因组测序与表观遗传分析，结合肠道菌群动态监测，营养监测系统可以精准识别个体的代谢差异（如乳糖不耐受、维生素 D 合成效率低等），构建多维营养需求模型。在这个基础上，智能穿戴设备（如柔性电子皮肤、植入式纳米传感器）实时追踪血糖和维生素水平等多项生理指标，形成动态更新的个人营养“数字孪生体”，为饮食个性化推荐和管理提供了基础。

未来场景：精准营养，让健康触手可及

基于营养画像和健康图谱生成膳食推荐，

将为不同人群提供全方位的健康呵护。老年人借助动态营养方案，优化蛋白质和钙的摄入，延缓肌肉流失，降低慢性疾病风险。儿童和孕妇在专业营养指导下，贴合个体的生长需求，为健康打下更扎实的基础。运动员根据代谢预测，精准补给，提升赛场表现。

在个性化饮食与精准营养的帮助下，人们的生活方式将发生一场深远的转变，通过科学认知与个体需求的精准对接，让饮食健康成为每个人触手可及的健康生活方式。这种转变的关键在于构建“饮食 - 身体 - 环境”的动态平衡系统，通过可穿戴设备与云端算法的协同，助力饮食选择从“经验判断”走向“数据驱动”。



结语

展望未来，智慧农场综合运用物联网、人工智能和区块链等技术，突破传统农业约束，实现农业生产的智能化、精准化、高效化，支撑全球粮食安全与可持续生产。精准营养借助基因组学、人工智能与穿戴设备，构建个体专属营养管理体系，通过个性化饮食推荐和管理为人们的健康保驾护航。

2035 年中国农业生产信息化率将达到 40% 以上，预计未来 10 年中国粮食单位面积产量将提高 7.8%。

► 居家：从生活空间向懂你的智慧空间演进，让生活更舒适

智能化和数字化正在重塑人们生活的方方面面，技术的触角已经渗透到衣食住行的每一个角落，居家生活也正经历着深刻的变化。

未来家庭将从单纯的生活空间，蜕变成为“懂你”的智慧空间，为每一位家庭成员带来全新的舒适体验。各种家庭智能设备就像灵动的助手，穿梭在家庭的各个场景。智能清洁机器人能够敏捷规划最优路径，在你不经意间让地面一尘不染。智能厨房设备将会根据你的健康数据与口味偏好，烹饪出美味又营养的饭菜。智能机器人管家就像贴心密友，主动呵护每一位家人，默默学习每个家庭成员独特的生活习惯，提供无微不至的关怀。



超沉浸全息生活百变空间

2035 年，“超沉浸全息生活”成为高品质家庭生活的关键组成部分，家庭的物理边界在数字世界中无限延伸，让生活和工作更高效。家庭娱乐、教育、社交因此全面升级，人们足不出户就能遨游世界，随时可以与人“面对面”的交流和协作。

未来场景：沉浸式交互，让生活拥有无限可能

随着空间感知、虚拟现实、显示等多种技术的进一步发展，未来的影音娱乐和游戏设备将能够融合视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉和意念，帮助人与设备实现感知、情感的双向交互。设备具备模拟、还原、增强物理世界的能力，帮助人们构建虚拟世界与物理世界的融合，

获得无限逼近现实或者超越现实的感受。

XR 和全息技术走进家庭，将会充分释放家庭空间的潜力与人的自由度，对家庭接入带宽要求普遍在 10Gbps 以上。借助先进的 XR 和全息技术，人们可以与远在他乡的亲人零距离交互，陪伴孩子穿越时空去探索和学习，与全球的同事一起讨论工作，身临其境的欣赏自己喜欢的球赛和演唱会，家庭成为一个全新的百变生活空间。

超沉浸全息打破了时空的限制，将家庭空间升级为一个集娱乐、工作、学习和社交于一体的多维生活平台，把数字世界带进每一个家庭，让生活拥有无限可能。

硅基新成员走入家庭，是机器，更是家人

2035 年，智能机器人将成为众多家庭的标配。通过人工智能与分布式传感技术的深度融合，智能机器人已进化为“能感知、会决策”的智能实体，深度融入人们的日常起居和情感陪伴，成为家庭的新成员。

未来场景：智能机器人，让家居生活更高效、更贴心

随着人工智能、大模型、感知和通信技术的快速发展，智能机器人拥有了理解、推理和适应物理世界的能力。多模态交互技术融合了自然语言、视觉、触觉，使人机沟通像人与人交流般自然流畅，端云协同为家庭机器人提供了海量知识库与近乎无限的算力支持，灵敏安全的仿生设计和高效能源技术让它们能够灵活地完成各种家庭任务，成为家庭生活不可或缺的伙伴，为家庭成员提供个性化的生活体验。

智能机器人走进家庭，为家居生活带来了深刻变化。它们不仅是高效的“管家”，承担琐碎家务，更是贴心的“伙伴”。它们能够辅

导孩子学习，个性化调整教学方案，寓教于乐；可以陪伴老人，监测健康状况并及时预警。通过持续学习家庭成员的交互习惯（如语音情绪、手势偏好），主动调节家居环境，推荐娱乐内容，在你疲惫时递上一杯温度合适的茶水。它们让人类从日常家务中解放出来，给人们更多时间投入情感交流和创造性的工作，显著提升人们家庭生活的质量和幸福感。

10 年后，超过 90% 的中国家庭将拥有智能机器人，它可以帮我们做家务，还能提供情感陪伴，让居家生活更舒适。



结语

未来居家将从单纯的生活空间蜕变为懂你的智慧空间。超沉浸全息技术让空间随心切换，智能机器人走进千家万户，成为不可或缺的伙伴和家人，让居住体验更高效、更个性化、更舒适。

预计 2035 年 XR 设备销量将超过 6000 万台。同时，家庭人形机器人将从技术验证走向早期商用，主要功能从处理简单家务逐步演变为多功能家庭助手，届时中产家庭的人形机器人渗透率有望超过 10%。

► 制造：设计即制造，制造即智能，制造即服务

未来十年制造业的变革，除降本提质外，更受消费趋势驱动，并在行业实践中逐步明晰发展方向。消费端呈现两大核心诉求：一是个性化定制需求激增；二是高品质与情绪价值重视度提升。

在个性化方面，消费端对产品配置多样性的需求显著提升。以汽车行业为例，十年前，丰田等品牌单车型的配置通常仅为几种；如今，普通单车型的可选配置在 300–1000 种，行业领先车型已实现 5000+ 种的配置组合，明确显示出市场对个性化定制能力的强烈需求。另一方面，消费者对高品质产品与体验的重视日益增强。例如泡泡玛特旗下 Labubu 等产品凭借情感价值获得市场热烈反响，说明用户愿意为情绪体验付费；海尔和美的等多厂家推出婴儿专用洗衣机，满足客户越加周全的健康保障、更细致的场景适配以及更愉悦的省心体验。

基于上述需求变化，制造企业转型从行业、技术、政策等多层面在推进。从企业实践来看，工业 AI 已进入建设实施阶段，在 2025 年汉诺威工业展上，西门子与奥迪合作的柔性制造工

厂已投入生产。该项目依托工业 AI 集成开发平台，统一协调生产需求，实现了高度灵活的工厂运营。具身智能正在制造业特定场景中率先实现应用突破，在世界人工智能大会（WAIC）上出现的机器人展示场景，在搬运、分拣等重复性高、规则明确的任务中已初步可用。

从“大规模标准化”迈向“大规模个性化”，并最终走向“服务化、智能化、自适应”的未来制造模式。工业 AI 与具身智能的落地，不仅解决了产线灵活性和工厂工人短缺的问题，更构建起新一代制造系统的技术基座。它们通过对生产全流程的感知、决策与执行赋能，使快速响应消费者个性化需求和高品质体验成为可能。

基于技术路径与市场需求的深度融合，我们预期未来十年制造业将逐步聚焦以下三大研究方向：一是“设计即制造”，产线通过物理世界数字映射、仿真优化，向 2035 年自适应切换（如今日造车、明日造家电）迈进，产品设计融入 AI 实现“设计即能制造”；二是“制造即智能”，具身智能机器具备自感知、自学习能力（如自主预测维护），搭配 AI 提升人机



协同；三是“制造即服务”，打破客户与企业的割裂关系，实现订单全流程可视，允许客户在时间窗内调整需求（如更换产品颜色），如同外卖实时追踪般透明可控。

制造业未来发展的核心动力，正从供给端推动的“降本增效”，逐渐转向需求拉动的“个性化”与“高品质”，并依托工业 AI、柔性制造及具身智能等先进技术逐步实现。

设计即制造：从技术构想迈向 2035 年产业新形态

到 2035 年，制造的研发范式将迎来革命性的转变，“设计即制造”的时代将全面来临，彻底颠覆传统研发模式；新产品开发周期将从目前的数月乃至数年缩短至数周甚至数天；研发成本显著降低，虚拟仿真与验证将替代超过 90% 的物理试制环节，使试制成本降低 70% 以上；资源利用效率全面提升，材料利用率趋近 100%，能源消耗在研发阶段降低 60% 以上。产品性能边界将大幅突破。通过人工智能驱动的生成式设计和多学科优化，产品性能指标（如新能源汽车的续航里程、航空发动机的推重比）有望提升 30%-50%。规模化定制将成为常态，支持万级甚至百万级的个性化配置方案设计且不牺牲生产效率。更根本的是，创新迭代速度将呈现指数级增长。基于数字孪生和持续学习能力，系统可实现设计即最优、设计即可制造，真正形成“设计 - 制造 - 学习”的自主闭环，推动制造业进入智能化、自主化的全新发展阶段。

未来场景：新产品“设计与制造协同优化”的闭环体系

未来，新产品设计流程正经历革命性变革。工程师的重复性工作量预计将降低 90% 以上。这一突破依托于云提供的强大算力平台与人工智能技术支持。通过部署在云端的深度学习算法，系统能够对海量设计数据、拓扑结构及力学原理进行深度学习和模仿，快速生成大量符合预设功能与空间约束的初步模型方案。企业

AI 平台为大模型训练提供强劲算力支撑，极大解放了设计师的创造力，显著提升了设计阶段的广度与效率。

在关键的优化与仿真阶段，多物理场 AI 优化仿真技术展现出卓越性能，实现计算流体力学、结构应力、热传导、电磁兼容等多个物理场的高效耦合计算，由 AI 算法驱动自动寻优，系统能够对初始模型进行深度剖析与迭代。借助云端实时渲染与仿真能力，系统不仅能精准模拟产品在真实工况下的表现，更能自主调整设计参数，寻找到功能与性能的最佳平衡点，确保产品最终输出的卓越可靠性。

模型优化定型后，进入样品快速验证环节。通过工业互联网平台，集成 3D 打印车间技术，实现设备云端协同管理。基于网络低时延、高可靠的特性，确保数字化模型的高速传输与处理。采用增材制造方式实现复杂结构样件的无障碍一体化成型，在极短时间内完成功能样机的试制。这不仅大幅缩短了研发周期，降低试错成本，更为后续设计反馈与修改提供了前所未有的敏捷性。

在量产阶段，智能制造解决方案实现从实验室到工厂的高效转化。通过网络联接技术构建的工业网络，确保生产数据实时传输与处理。超级一体化成型技术在华为工业云平台的支持下，将多个原本分散的零部件或生产工序进行

高度集成，通过创新性的结构设计和材料工艺，在一次成型过程中完成复杂部件制造。工业互联网平台实现生产流程的数字化管理，极大简化生产流程，减少材料损耗与装配环节，最终在规模化生产中实现效率的极致提升与单位成本的显著降低。

“设计即制造”理念的本质，是通过数

字化、智能化技术重构制造业价值链，将传统“设计 - 制造”的线性流程转变为“设计与制造协同优化”的闭环体系。未来，随着数字孪生、人工智能、工业互联网等技术的持续成熟，2035 年产线自适应重构的理想将逐步落地，产品设计与制造的协同效率将进一步提升，最终推动制造业向“柔性化、高效化、精准化”方向转型，为全球产业变革提供核心驱动力。

制造即智能：以技术突破重构制造业生产范式

到 2035 年，“制造即智能”的时代将全面来临，企业走入智能化下半场。在这一进程中，核心指标将显著体现智能化的深度和广度：劳动生产率预计提升 60% 以上，设备综合效率（OEE）达到 90% 以上，产品缺陷率降低至 0.05% 以下，一次通过率超过 99%。同时，生产成本降低 40%，能源效率提高 35%，碳排放减少 50%。数字化程度接近 100%，物联网设备覆盖率达 95%，人工智能应用率超过 85%，预测性维护实现全面覆盖。这些指标不仅衡量智能化转型的成效，更标志着制造业从自动化向智能化的根本转变，推动企业实现高效、高质量、可持续的生产模式。

未来场景：具身智能体成为具备自主决策能力的“生产伙伴”

未来智能工厂正经历着从自动化到智能化的根本性变革，人与机器的关系从传统的“工具使用”升维为真正的“思维共生”。在这一演进过程中，网络、算力与云领域的全面技术突破，为智能制造的实现提供了坚实基础。

基于端边云协同架构，具身智能体演化为具备自主决策能力的“生产伙伴”。机械臂内置高性能芯片与工业级通信模组，通过边缘计算节点实时处理多传感器数据，并结合云数字



孪生平台进行持续训练优化，实现焊接、精密装配等多种作业模式的分钟级切换。灵巧手依托 AI 算法，能够根据材料形变实时调整抓取力度，在网络超低时延保障下，同时满足柔性和高精度的操作要求。

在高端制造领域，光联接技术为无尘车间提供稳定可靠的网络环境。具身智能体通过工业物联网平台，完成半导体晶圆搬运、芯片封装等高洁净度作业。借助 AI 大数据分析能力，智能体能够精准感知环境变化，当检测到晶圆表面存在微小颗粒时，可即时调用清洁工具进行无损清洁。在新能源电池生产中，工业互联网平台使智能体能够自主协调不同工序，实时完成电池极片涂布、电芯组装等复杂作业，并在遇到突发状况时通过云端智能决策系统快速解决问题。

在工业智能体的全面支撑下，人类角色升

级为“全局编排者”。通过构建高速工业网络，实现“一个工厂一个人”的新型生产模式。作为“编排大师”，操作人员可通过云数字孪生平台，对生产、运营、物流等进行多智能体的协同编排。工程师借助混合现实（MR）解决方案，在三维数字孪生空间中定义智能体的 workflow，这种“所见即所得”的编排模式依托跨工厂知识图谱，每个智能体的操作经验都通过云端实时同步，形成全球共享的工艺数据库。

“制造即智能”理念的核心，在于通过先进的智能硬件与颠覆性技术创新，系统性赋予制造全流程以感知、决策与自主优化能力，驱动传统生产模式向“高度自主化、深度柔性化、全局高效化”的战略转型。其落地实践主要围绕“具身智能”与“人工智能”两大技术载体展开，聚焦产线迭代效率的本质提升，以构建可持续演进的新一代智能制造体系。

制造即服务：重构工业客户与企业的协同关系

到 2035 年，“制造即服务”（MaaS）理念的核心在于打破工业领域传统的主客割裂状态，以全流程透明化与实时交互为导向，将制造业从“订单交付”模式升级为“全周期协同共创”模式。这一转变通过显著增强客户的参与权与决策权，全面提升客户体验，塑造服务主导的制造新形态。其发展成效可通过多项核心指标衡量：客户参与方面，客户设计协同率预计将超过 80%，需求迭代响应速度缩短至 24 小时以内；流程透明方面，制造过程数据开放率达到 95% 以上，订单实时溯源实现全覆盖；协同效率上，定制化订单周期缩短 50%，资源动态配置匹配度超过 90%；客户价值层面，客户满意度指数预计提升至 90% 以上，重复定制率达 75%；服务化转型层面，服务收入占比突

破 60%，平台生态集成率超过 80%。这些指标共同标志着制造模式正从单一生产交付走向多方协同、能力共享的新范式。

未来场景：制造模式从单一生产交付走向多方协同、能力共享的新范式

在以车辆行业为代表的现代制造业中，客户与车企的合作模式正经历深刻变革。网络、算力与云领域的全方位技术栈，为这一变革提供了坚实的数字底座，推动产业从“单向交付”迈向“全程协同、长期服务”的新范式。

在项目初始阶段，客户提出设计要求后，企业基于云端虚拟协作环境组建专项团队。依

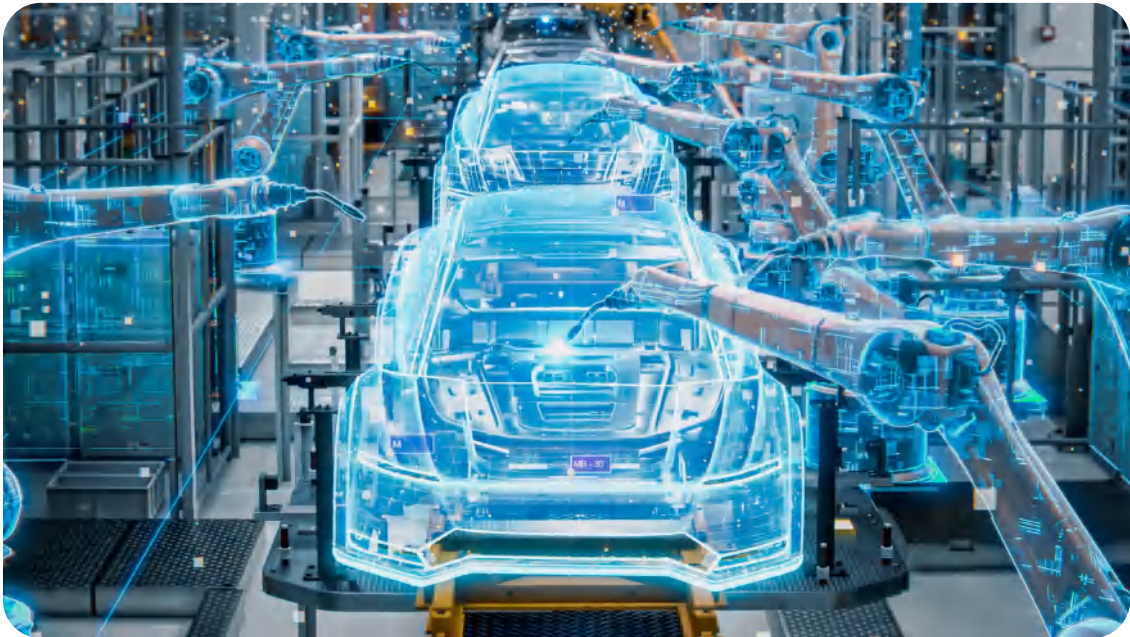
托全球高速互联网络，各方设计人员可进行低时延、高保真的实时协同。云提供的强大算力，能够快速处理海量设计数据，支持多方案模拟与优化迭代。客户不再是信息的被动接收方，而是可以通过这套系统全程参与关键设计评审，对设计过程一目了然，真正实现了设计指标的高效对齐与方案优化。

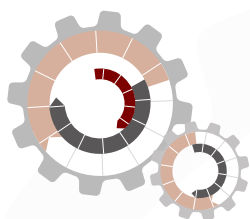
进入生产阶段，网络及物联网技术构建了全联接智能工厂。从原材料采购的供应商信息，到焊接、电池组装等关键工序的高清实时画面，都能通过低时延网络清晰地传输至客户终端。每辆车在诞生之初即拥有专属的“数字身份证”，其全生命周期的生产和质量数据均实时上传至云平台。客户通过扫码即可追溯一切信息。依托云大数据和 AI 能力，一旦生产数据出现微小偏差，系统能立即告警并辅助车企快速排查根源、解决问题，并及时向客户透明澄清，将风险遏制于萌芽。

交付环节，基于车联网平台与高精度定位服务，客户可随时在终端查看车辆实时位置、

能耗状态以及由预测性维护模型生成的故障预警。在车辆使用过程中，边缘计算节点与云端 AI 算法协同分析车辆实时数据，使车企能够变被动响应为主动服务，提前上门巡检，并根据实际使用数据为客户优化运行方案。双方的合作得以持续深化，共同研发迭代升级版产品。整个过程超越了传统的“买车交车”一次性交易，演进为一种以云和联接技术为引擎的全程协同、长期服务的共赢模式。

“制造即服务”理念的本质，是制造企业从“产品生产者”向“服务提供者”的角色转型，通过技术赋能与模式创新，将客户纳入制造全流程，构建“以服务为纽带、以协同为核心、以体验为目标”的新型工业合作关系。未来十年，随着技术的成熟与模式的普及，这种服务化的制造模式将显著提升客户个性化需求的满足能力，降低供需错配风险，同时推动制造企业从“拼产能、拼成本”的传统竞争，转向“拼服务、拼体验”的高质量竞争，最终实现客户与企业的双赢，为制造业的转型升级注入新的活力。





结语

到 2035 年，ICT 技术将深度渗透制造全链条，推动研发设计、生产制造与供应链管理发生质变。在研发设计端，量子计算与生成式 AI 的融合使“所想即研发”成为常态，工程师可通过脑机接口在分钟级完成传统需数月的仿真验证，AI 更作为“数字发明家”自主发现新超导材料、设计合成细胞，开辟人类未曾想象的创新边界。生产制造环节，具身智能体通过端边云协同实现“千机百变”，机械臂秒级切换工艺、AGV 毫米级配送物料，将 90% 任务转化为自动化指令，而人类则升维为“全局编排者”，以混合现实界面定义数字孪生工作流。供应链体系则形成海陆空一体化智能网络，全链路决策系统动态调整采购计划与物流路线，实现降低需求预测误差率，降低物流成本。

TOP3 核心指标预测

研发设计维度：以模型和数据的直接对接为核心，实现设计到制造的直接导入，重点行业规模以上企业智能模型应用渗透率达 90%（2028 年目标 70%），标志 AI 从辅助工具向“数字发明家”的跃迁；未来架构将变为生成式数据模型、全域数据 AI 自优化，AI 算力从 10~20P -> 300~500P，提高 20~30 倍；HPC 算力 3~5w 核 -> 200~500w，提高 50~100 倍。

生产制造维度：以 AI 设备、具身智能为核心，实现规模定制化柔性生产制造业，机器人密度突破 1000 台 / 万人（2025 年仅 300 台 / 万人），体现具身智能体对劳动力的结构性替代与柔性生产能力；未来架构将变为人“指挥”、具身智能“协作”、智能机器“干活”，IoT 连接数 50~100w，提高 30~50 倍；网络速率速率 5~10Tbit，提高 1000+ 倍；AI 算力端侧 1000wP/ 年，中心侧 300wP/ 年，提高 2000+ 倍。

交付服务维度：从下单到交付全过程透明可视，可随时更改对应周期内配置，客户参与制造过程，提升消费者的“参与感”。秒级答复用户、分钟级智能排产、小时级交付周期精确度。未来架构将变为订单 / 生产 / 供应链 / 物流等 AI 实时求解。算力：40P -> 2000~3000P，提高 50~80 倍；存储 120P -> 3000P，提高 25 倍。

► 金融：AI 重构金融生产力，打开智慧金融服务新纪元



从“以重点用户为中心”向“以每个用户为中心”的金融服务跃迁

过去 10 年，全球金融机构积极开展数字化转型，金融服务嵌入衣食住行生活场景，通过精细化用户洞察和全渠道协同，按客群细分设计产品策略和营销策略，但很难实现真正意义上每个用户的个性化。金融 80% 资源聚焦 20% 的重点客户，实现以重点用户为中心。

未来 10 年，AI 对金融将带来结构性而非阶段性变革，高度个性化的金融智能体将成为每个用户全天候、全生命周期的“金融知己”。业务模式与服务模式正在重塑，从“80% 投入服务好 20% 重点用户”到“金融智能助理超个性化服务所有用户”；交互入口将被重塑，从手机银行 GUI 被动点击到 NUI 主动交互；风控模式将被重塑，从“专家 + 数据”决策到“知识 + 智能体”决策；组织形态将被重塑，1 人 1

团队，1 岗 1 助手的新人才与组织形态将出现。超个性化体验将更好解决客户痛点，实现从“以重点用户为中心”向“以每个用户为中心”的金融服务跃迁。同时，AI 也在加速金融全流程运营赋能，在科技、普惠、绿色金融领域，通过“人 + AI 同事”全新的协作模式，以 AI 开展精准的意图识别和用户需求精准分发，进一步构建洞见能力中心，萃取普惠、科技金融领域行业专业知识，围绕关键岗位，智能体赋能全机构客户经理、信贷经理、管理人员和运营人员，结合 AI 开展流程和组织重塑，提升金融服务与业务运营质效。

迈向 2035，金融将支付结算、财富管理、智能风控、身份认证等金融能力通过 MCP（Model Context Protocol）开放嵌入各类三方智能生态，金融智能体也会和医疗、出行、教育智能体自主协作，开展任务动态规划，走向无处不在、无处不智的金融服务。

金融智能助理实现超个性化服务

到 2035 年，AI 将深度融入每一次金融交易，使金融服务从被动响应进化为主动陪伴。每个用户都将拥有自己的金融超级助理，不仅能优化财务决策，更能理解个人需求、成为值得信赖的财富伙伴。比如：动态调整投资组合以应对突发市场波动，为用户自动匹配最优贷款方案，预判个人投资风险并推荐适配的保险产品。金融不再只提供产品和工具，而是融入生活的智慧伙伴，为每个人设计超个性化金融服务。

未来场景：AI 进入每一次交易，让每个用户拥有“金融知己”

未来 10 年，金融服务的体验走向无缝、直观、预测性。每个用户都将拥有“金融知己”，以超级交互界面，“主动式”银行服务，深度融入生活。

无感和自然用户界面交互：“金融知己”以 AI 多模态和情境式 AI 交互，结合全息投影、AR 眼镜或车载系统，像朋友一样主动发起对话。用适配的语气沟通，并将复杂金融数据转化为直观的 3D 可视化景观，支撑用户开展决策。

更具预测性与用户共鸣的产品推荐：“金融知己”开展用户金融人格图谱建模，构建动态知识图谱，通过智能分析行程、消费等生活轨迹，量化用户金融性格维度。在需求产生前主动提供服务，精准预测用户潜在需求，如根据浏览记录推荐育儿基金。进一步连接用户价值观，为环保主义者推荐绿色投资，让金融消费带来情感满足。产品无缝嵌入消费场景，在支付时直接提供最优分期方案。

动态且前瞻的超个性化风控：“金融知己”让风控形成每个用户的金融“保护盾”。以强

化学习构建风控领域 Agentic AI 模型，配合风控专业知识，开展精准风险预测。基于用户收入、健康、职业前景等数据开展超个性化动态风控决策。结合情境智能放行交易（如：旅行消费），主动预警未来财务风险（如现金流紧张），给出预防措施建议。

人生的财富协作者的超个性化运营：“金融知己”动态调整投资组合，匹配人生目标（如购房、教育）。通过多智能体去中心化通讯与协作，通过 A2A（Agent to Agent）安全协议，实现跨机构、跨领域数据共享与任务分配，如银行智能体与医疗智能体协作设计健康险；作为整体财务管家，自动优化负债利率、管理订阅、规划税务。用户设定目标（如“45 岁财务自由”），“知己”制定并执行一套完整的、动态调整的终身财务计划，并定期分析进展。

智能合规与隐私保护：“金融知己”为每位用户构建“隐形盾牌”。基于联邦学习、差分隐私等技术开展全流程加密数据处理，结合情境动态调整隐私保护等级，主动防范潜在数据风险，既确保用户对自身数据的绝对控制权，又满足 GDPR 等全球合规要求，用户可以自主调整 AI 建议权重或关闭特定功能，真正实现“数据可用不可见”的智能金融服务。

面向 2035，智算推理嵌入每一次交互与交易；在风控、财富管理领域，AI 模型从通用走向专业；进一步，数据体系向知识体系升级，加速隐性知识显性化，赋能精准决策；区块链成为面向 AI 智能体的统一产权与鉴权管理平台……这些都将作为智能金融的新基础设施。每 1000 个“金融知己”需要 1 PFLOPS 算力，支撑对用户的意图理解、动态任务规划，同时需要 30 TB 存储来记忆与用户交互的全量上下文信息。

安全、韧性的金融基础设施，为每一笔交易保驾护航

未来 10 年，伴随金融 AI 智能体覆盖金融全域全场景，AI 智能体面临技术、伦理与合规的全面风险，需要构建全域风控框架，确保面客应用安全、可靠、合规；金融服务调用从点击间隔大于 10 秒的人调应用，到 AI 智能体每秒 100 次应用调用；端云互动频繁，推理流实时传送，网络实时传输的数据从结构化数据扩展到风控推理长文本，数据流量将增长 10 倍；交易实时反欺诈要求策略推理服务永远在线，推理智算底座也从单数据中心建设迈向跨数据中心的 dual 或多活，保障被智能体重塑的交互和交易业务的高可用。同时，金融机构将面临 AI 和量子计算的攻击威胁。黑客构建 AI 病毒制造流水线，使病毒伪装超过 100 层，分钟级进行快速变异，进攻金融的防御体系；病毒智能体可分工协作（如侦察、渗透、横向移动），形成分布式协作攻击；AI 与量子计算冲击下，将形成金融安全新范式，建立全新的金融免疫系统。当金融系统的复杂性超越人类监管能力时，必须构建“算法免疫系统”与“量子安全基座”的双重防护，形成智能体安全协议标准，确保金融交易安全。到 2035 年，金融安全将进入“自主免疫”阶段，形成自适应的韧性和安全架构。

未来场景：智算多活保障 AI 原生业务永远在线，量子与 AI 自免疫确保交易安全

构建从通算多活到智算多活的韧性基础设施：金融机构需要构建全新的韧性基础设施架构，移动设备以通算智算双模支持智能体交易的极速增长；以超高带宽的分布式传输网络和自适应路由支撑交易、交互、推理 3 类流量的十倍增长；云侧进行智能算力的双活或多活架构升级，实现推理和智能体平台的永远在线。

构建全域级量子安全网络：面向量子计算攻击的挑战，金融机构需要构建量子原生金融基础设施，基于量子纠缠态的城域量子网络连接央行、商业银行与关键节点，实现密钥分发高安全通道；以量子密钥分发（QKD）和抗量子解密（PQC）融合，构建物理层无条件安全 + 网络层灵活认证的双重护盾；在数据中心路由器、光传输、ATM 机、移动柜员终端部署量子芯片，实现数据中心节点和边缘计算节点全量子化，确保覆盖数据中心、办公园区、网点分支、支付终端等的联接网络。

为每一个智能体发放合法身份证明和打造预警预防空间：进行区块链量子免疫改造，定义抗量子数字身份（PQ-DID），构建不可伪造的跨境数字身份体系，终结量子算力下的身份冒用风险。通过数字孪生系统实时镜像智能体的每一次操作，金融机构进行预仿真验证，防止智能体



失控癫狂。基于 PQC 抗量子算法的第三代分布式账本记录智能体的每一次操作和决策，对每一次应用调用进行动态鉴权和区块链存证。

构建全域级 AI 智能体风控框架：面向面客应用场景，金融机构需构建覆盖技术、伦理及合规的立体式风控体系。以模型幻觉治理、供应链安全审核、新型攻击面防护为核心，构建智能体运行可靠的技术基座；通过阻止隐私泄露、责任界定和追溯机制，确保智能体可信；以数据流动符合 AI 金融监管边界核查为边界，构筑业务合规护盾。最终实现从底层模型到上层应用、从内部治理到外部监管的全链路风险可控，确保 AI 智能体在创新服务的同时安全、可靠、合规。

构建“以 AI 对抗 AI”的金融免疫系统：通

过全球共享的“恶意智能体行为指纹库”，分析智能体的行为模式（如 API 调用序列、资源占用特征），实现跨机构威胁情报协同。部署“防御智能体”与“攻击智能体”实时对抗，通过生成对抗网络（GAN）模拟攻击路径，动态更新检测模型，自动识别攻击的根因链，例如，通过因果图判定高频交易异常是否源于市场波动或 AI 病毒操控。

2035 年，金融机构 QKD/PQC 可保护带宽将从核心链路 1-5 Gbps 到全域超 100 Gbps，实现全域量子安全；AI 智能体算力需求从 1 PFLOPS 到 100 PFLOPS 量级，以支撑“防御智能体”对抗“攻击智能体”；通用计算和智能计算的建设比例，将从 2025 年的 9:1 到 2035 年的 5:5，支撑 AI 嵌入每一次用户交互、交易及风控决策。



结语

面向 2035，当每个个体都拥有理解自身价值观、风险哲学甚至代际传承需求的数字金融分身时，金融将真正回归其本质——人类实现生活目标的赋能工具，而非冰冷的数据与交易。这需要金融领军者、技术先驱者、政策制定者与伦理学家共同构建一个“有温度的计算金融”新范式。先进的 ICT 技术将成为推动全球金融服务发展的关键支柱，通过 AI 原生应用开展业务模式重塑，构建多活的高可用推理架构和量子安全中心等，让更多的人享受更个性化、高效的金融服务。

到 2035 年，Top 金融机构智能体交易处理量将突破 10 万笔 / 秒，智能投研的计算量达 1.5 YFLOPS，量子计算实时风险监测延迟从 1 秒降至 50 微秒，较 2025 年提升三个数量级，基础设施形成从通算为中心到智算为中心的转型。

► 电力：新能源主导电源格局，成为主力力量，推动电力系统革命性重构



人类对电力需求的持续增长，是全球能源转型与社会发展的核心议题之一。其背后既反映了经济增长、技术进步带来的客观需求，也伴随着能源结构调整、环境可持续性等多重变革。到 2035 年，全球用电量将从 2024 年的 28 万亿度激增到 40 万亿度，电力生产也将彻底摆脱对煤炭、天然气等传统化石能源的路径依赖。届时，可再生能源装机量占比将超过 70%，其中太阳能和风能等新能源占比会达到 60%，发电量占比将突破 50%，光伏与风电凭借技术迭代实现度电成本低于 1 美分，叠加储能产业的规模化突破，将共同占据电源结构的核心位置。在电网侧，智能调度将演进至主配微网协同模式，通过量子计算和全电压全域数字孪生技术实现毫秒级跨区域供需实时调度，人工智能结合高精度气象数据，可实现新能源

功率与负荷从短期到长期的精准预测；全网参与潮流和暂态计算的节点数将从数百个激增到数百万，从而实现供需的柔性调控。在负荷侧，全球数据中心用电量将从 2024 年的 4200 亿度飙升至 1.5 万亿度，电动汽车保有量也将从 6400 万辆大幅增加到 3.5 亿辆，数亿辆电动车通过智能充电桩的 V2G（车辆到电网）技术参与电网调峰。在储能方面，构网技术的全面普及成为关键突破，成功破解了新能源出力“随风波动、靠光发电”的波动性难题。能够实时平抑出力波动，将供电稳定性提升至传统火电机组水平。2035 年，随着新能源主导地位的确立，电力系统的运行逻辑将全面重构，数字化和 AI4S 技术将与生产系统深度结合，成为新型电力系统的“生存要件”。

光储融合，全场景构网，光风储发电成为主力电源

在全球积极应对气候变化、大力推动能源转型的时代背景下，光伏与风电正成为全球最具经济性的发电技术。随着渗透率的不断提升，消纳难题也随之凸显。对此，光储融合、全场景构网等创新技术的突破，正推动电力系统从传统同步机主导的“刚性架构”向新能源主导的“柔性生态”转型。这不仅解决了能源生产和消费在时空分布、技术特性上不匹配的问题，更助力新能源跨越“消纳鸿沟”，成为全球电力系统低碳转型的核心驱动力。

未来场景：光储融合，从光伏平价走向光储平价

光伏技术的创新迭代正以前所未有的速度向纵深推进，从高效电池技术的持续突破到智能制造工艺的升级，光伏产业的平准度电成本（LCOE）在过去十年已实现超 90% 的大幅下降，当前已逼近 2 美分 / 千瓦时的水平。其中，TOPCon（Tunnel Oxide Passivating Contact，

隧穿氧化层钝化接触）电池凭借技术成熟度的持续提升、产业配套体系的日益完善，以及高投资回报率的显著优势，有望在未来 5 年内实现产能规模的快速扩张，进而占据绝对主流地位。2030 年之后，更高效率的 TOPCon + 钙钛矿叠层电池技术将持续迸发强劲的生命力，推动 LCOE 降至 1 美分 / 千瓦时以内。与此同时，以锂电池为代表的新型化学储能发展迅猛，技术迭代速度与产业化规模均呈现爆发式扩张态势；近十年来，锂电池储能系统的成本已下降近 85%，当前度电成本已降至约 4 美分 / 千瓦时。预计 2030 年将低于 3 美分 / 千瓦时，2035 年将进一步降至 2 美分 / 千瓦时以下，低于抽水蓄能的成本，成为成本最低的储能技术之一。储能系统作为灵活高效的“电力蓄水池”，既能平抑光伏发电的间歇性波动，又能缓冲用电负荷的峰谷差异，从源端到荷端全方位保障电力供应稳定，进而显著提升光伏发电在能源供应体系中的实用价值与可靠性。这种“光储协同”的互补效应，正为光储融合技术



的场景拓展、市场渗透与产业升级打开了海量发展空间。

未来场景：全场景构网，破除新能源消纳世界难题

随着新能源占比持续提高，电力系统的灵活调节资源被快速消耗，系统平衡和安全问题愈发突出，给电网稳定运行带来挑战，这已成为当前全球新能源发展的共性难题。在众多电网稳定技术中，构网技术是唯一能同时实现“惯量模拟 + 电压 / 频率主动控制 + 全电源类型适配”的技术。依托电力电子技术与数字技术的深度融合，构网技术成为打造高度协同的新能源电站的关键支撑；这一技术让新能源发电场站（如光伏、风电）或储能系统具备类似传统同步发电机的“电网支撑能力”，主动参与电网频率、电压的稳定控制，推动新能源场站从“被动适应”到“主动构建”的范式革新。通过全场景构网技术，电力系统的生产、传输与分配效率得以全面提升。例如，在沙特红海地区，华为助力客户成功打造了全球最大的光储微网，通过 40 万千瓦光伏和 130 万千瓦时储能实现独立稳定构网，持续为当地提供绿色电

力，有效推动能源结构转型；在输电场景中，构网技术可精准平抑新能源并网时的电压波动与频率偏差，提升远距离输电的稳定性；在用电场景中，配电网发生扰动时，构网技术能快速提供支撑，减少电压跌落或频率波动的影响。国际能源署（IEA）指出：“构网技术是破解新能源并网难题的‘操作系统’，其普及速度决定了全球碳中和的进程。”目前，构网技术的标准化进程加速推进，预计 2028 年前将形成覆盖设备、并网、运维的完整标准体系，2030 年启动全球规模化应用。到 2035 年，构网技术将全面覆盖发、输、配、用全场景，成为风光储设备入网的强制要求。

在光伏组件技术的高效迭代、风机叶片技术的持续突破、锂电池性能的跃升，以及构网技术与数字技术的深度赋能下，我们可以预见：到 2035 年，全球光伏与风电的累计装机容量将突破 1.2 万亿千瓦，在全球电源总装机中的占比将超 60%；而作为电网灵活调节的核心支撑，电化学储能的装机规模预计将突破 80 亿千瓦时。届时，光伏、风电与储能协同发力产生的电力，将贡献全球 50% 以上的电力供应，正式确立其作为全球主力电源的核心地位。

Token 管理瓦特，跃升电能品质

电网作为连接能源生产、传输、分配与消费的核心基础设施，随着大规模、高比例可再生能源占比不断增加，负荷侧分布式光伏、大功率充电桩、V2G 和储能的不断发展，其运行面临着“供需波动加剧、技术复杂度提升、安全风险多元、数字化转型滞后”等多重挑战，从架构上落实数字孪生技术和 AI4S 深入电网调度、工程排程等核心业务成为必然，解决电网快速应对发电侧功率预测和用电侧负荷预测、

电网的潮流计算和暂态计算等能力。

数字化技术和 AI 将成为新型电力系统的“生存要件”。AI4S 将深度进入电力系统的各个生产场景发挥作用：

在电网调度方面，负荷预测、新能源功率预测将支撑 15 分钟级超短期到月度的中长期发电计划制订，多目标最优求解能力将支撑电网



的安全运行，主节点的潮流和暂态计算将支撑电网的状态仿真，配网侧大规模分布式光伏管控、大规模新能源汽车有序充电、微网资源双向互动等方面也需要配网实现仿真和潮流计算，支撑配网台区平衡稳定。2024 年全球风光水厂站气象预测和功率预测的普及率约 1.04%，负荷预测普及率不到 17%，2035 年为支持全面的柔性调控和双碳目标达成，气象功率预测和负荷预测普及率需达到 100%，成为新能源厂站建设的必配要件；参与电网机电暂态计算的电网拓扑训练节点数将会从 2024 年的不到 300 个激增到全电压全要素的约 100 万个，电磁暂态仿真计算的效率需相比 2024 年提升 30 万倍。

在运营运维方面，大数据和 AI 技术将替代经验，感知和预测设备本体的实时状态，实现器件级、设备级和系统级的预测性维护能力。视频和 AI 将替代人眼，识别人为或外界不可预知力的破坏，实现环境级、操作级和应急级的预防式管理。2024 年设备智能运维的普及

率不到 1%，人员岗位的覆盖率不到 0.5%，2035 年预计预测性运维将覆盖发电、输变电 110Kv/10Kv 主要设备，覆盖率提升到 60%，设备预测性运维也会深度融合温度、声纹、振动、油气检测等多源数据融合，以及多模态大模型等，将当前定时定检提升到随时全域，故障预测准确率也会从当前不到 85% 提升到 95% 以上；应对边远厂站、高危作业和防灾应急岗位的数字孪生员工岗位覆盖率将提升到 90%。

在工程建设方面，AI 将全面渗透到主网、配网的基建、检修、带电操作、消缺等多个生产场景，通过人工智能求解引擎最优化目标、规则等定量约束和人员、物料、工具、环境等变量约束，生成最优的项目建设计划、生产作业计划、业务支撑计划等。

在电力交易方面，在新能源高渗透率下，电力系统波动加剧，电力市场周期加速演进，正从“日前”向“日内”、“实时”跃迁，以



分钟级响应来应对秒级波动，已成为新型电力系统的核心生存法则。这场变革将市场与 AI 技术的融合推向新高度。AI 技术加持下，电力市场交易电量占比将会从 2025 年不足 1%，提升到 2035 年的 72%。

泛在物联和可靠通信，是实现电力系统数字化和智能化的基础。AI 体系性发挥作用需要有高质量的数据。泛在物联和通信是高质量数据、AI 与场景结合发挥价值的前提。

没有泛在物联就没有数据。数据空间通过物联网技术联接多方主体、基于共识规则（如安全共享、合规流转等），为 AI 提供持续、可靠、多维度的数据供给，为业务间、企业间、生态链的数据交换建立可信任的机制，消除各利益干系方对数据交换的担忧。

没有通信，就没有保护，生产的自动化、信息化、数字化无从保证，也没有 AI 使能。因此亟需“站在后天看明天，决定今天怎么做”的通信目标网规划，明确“主网智强”、“中

压融合”、“低压透明”、“厂站园区”的十六字方针，实现主网双平面通信，达到 6 个 9 的可靠性，微秒 / 毫秒级响应；中压层重在“融合”，通过“光 +5G”硬隔离、短切片的双手段，达到 4 个 9 可靠性，毫秒级响应；低压透明通信，达到 3 个 9 可靠性，秒级响应；场站园区有线无线相互结合，实现 100% 全覆盖。满足各类 AI 场景应用对时延和传输带宽的要求。

展望未来场景电力智能世界，一是面向电网，为破解新能源大规模发展给新型电力系统带来分析难、决策难的问题，避免“西班牙大停电”再次发生，需要从当前的机电暂态仿真到全域、全电压电磁暂态在线仿真转变，这需要突破“仿不了、仿不准、仿不快”难题。预计 2035 年电网拓扑计算节点到达百万级，计算效率提升 30 万倍。二是面向发电，核心破解设备预测性维护的难题，解决设备安全面临的挑战。需要从设备级到系统级的多模态预测维护，为设备主动运维、设备延寿，预测准确率由当前 85% 提升至未来 95%。

电动跃迁，全球交通能源革命进入规模化拐点

交通电气化与汽车电动化是全球能源转型与可持续发展的核心环节，全球交通能源正从传统化石能源驱动向电力驱动快速转变。充电网络基础设施的全域覆盖与高压超快充技术的持续迭代，正彻底重塑电动车的补能体验——从“等待焦虑”到“即充即走”，精准解决了用户的补能痛点，成为推动电动车从“可选”走向“必选”的核心驱动力之一，为交通领域的深度脱碳注入了决定性动能。如今，电动车与充电基础设施已超越单纯“用电负荷”的传统定位，进化为电力系统的有机组成部分。通过“车-桩-网”深度协同，交通系统与能源系统正形成动态互济的融合生态：既能够灵活响应电动车的多元化充电需求（如峰谷时段智能调度、应急补能优先保障），又能通过车辆有序充电、V2G（车网互动）等技术，参与电网的调峰填谷与电压频率调节，为电网安全稳定运行提供弹性支撑。这种“负荷即资源”的角色重构，让交通与能源系统从“单向供给”转向“双向赋能”，在满足用户出行能源需求的同时，更释放出跨系统协同的低碳价值。

高压超快充加速电动车体验升级，实现补能零等待。锂离子电池超快充技术的迭代升级正持续突破性能边界，其中 10C 及以上倍率的电池凭借充电速度的革命性提升，预计将于 2035 年实现全面普及。与此同时，高压超快充技术的成熟应用正推动充电效率实现质的飞跃——车辆单次补能时间将被压缩至 5 分钟以内，全面对标燃油车加油效率，真正实现“补能零等待”的体验升级。这种技术的普及不仅彻底消解了用户的里程焦虑，更从补能效率层面打破了电动车与燃油车的最后一道使用体验鸿沟，为交通全面电动化扫清了关键障碍。预计 2035 年，全球乘用车市场电动化渗透率将超过 60%。而中国市场整体电动化水平领先全球，渗透率超过 80%。大倍率电池与高压超快充技术的成熟落地，正为电动化技术在乘用车之外场景的规模化应用扫清核心障碍。在工程机械领域，挖掘机的电动化与智能化深度协同——电机驱动的精准控制特性结合智能作业系统，不仅大幅提升作业效率，更通过无人操作、远程监控等功能降低高危环境下



的安全风险。预计到 2035 年，此类工程机械的电动化率将突破 40%，成为矿山、基建等场景的主流选择。电动重卡领域，依托大电量电池与兆瓦级超充技术的双重加持，电动重卡彻底打破续航与补能限制，实现从城市配送、港口短驳等中短途场景向长途干线物流的全面渗透。预计 2035 年全球电动重卡销量渗透率将超 50%，中国等政策推动强劲、基础设施完善的区域，这一比例更将突破 80%，重塑货运行业能源结构。船舶领域，呈现“电动化 + 自动驾驶”的融合趋势，电动动力系统结合智能航行技术，既能降低内河与近岸运输的碳排放，又能通过航线优化、自动避障等功能提升运输效率与航行安全，预计 2035 年内河运输船舶的电动化率将超 30%。支撑上述场景突破的核心，是大功率充电基础设施的快速普及。超快充网络将实现“无处不在”的覆盖，预计 2035 年全球大功率充电桩总量将超 1500 万座，其中单桩功率 400 千瓦以上的超快充桩占比超 30%，为各类电动装备提供高效补能支撑，形成“技术突破—场景落地—基建配套”的正向循环。

车桩网互动互济，推动电动汽车产业与电力行业深度融合。到 2035 年，全球电动车保有量预计将突破 3.5 亿辆，如此庞大的电动车辆若陷入无序充电状态，将显著加剧配电网的调度压力与管理复杂度。中国国家电网专家的测算已揭示这一风险的现实性：若车、桩、网协同机制不完善，电动汽车无序充电可能导致 2030 年国网经营区域的峰值负荷额外增加 1.53 亿千瓦，这一增量相当于该区域同期峰值负荷的 13.1%。这种负荷的突发性、集中性增长，不仅会对供电服务的稳定性与可靠性形成冲击，更可能引发配电网设备过载、电压波动等安全隐患，对电力系统的安全管理体系构成重大挑战。这一潜在风险的预警，也从侧面凸显了车网互动（V2G）、有序充电等技术与机制的必要性——通过引导电动车充电行为与电网负荷

特性动态匹配，既能保障用户补能需求，又能避免给电力系统造成超额负担，为高渗透率电动车时代的电网安全奠定基础。与此同时，随着光伏、风电、储能等新能源在经济性与构网能力上的持续提升，园区、商业综合体、社区正通过构建“源网荷储”一体化小型微电网，逐步形成“微网自主用能”的新型模式。此类场景中聚集的大量电动汽车，借助 V2G（车网互动）技术可转化为分布式储能资源，形成灵活的“移动储能池”：当电网出现负荷高峰，或园区内可再生能源发电不足时，电动汽车可反向向电网或园区供电，有效缓解供电压力。在电网负荷低谷、可再生能源发电高峰时启动充电，避免新能源电力浪费，降低对火电调峰的依赖。这种负荷侧的“双向互动”能力，不仅让用能调节更具弹性，更能提升新能源的就地消纳效率，强化微电网与主网协同运行的稳定性。我们预测，到 2035 年，全球将有 50% 以上的充电基础设施具备电网需求响应能力，可根据电力供需动态引导充电行为；同时，30% 的新增电动汽车将搭载 V2G 功能，使“车作为电网资源”从技术可行走向规模化应用，为分布式能源体系注入更强劲的协同动能。

汽车电动化浪潮正引领人类从化石能源主导的时代，加速迈向可再生能源驱动的新纪元。充电桩的普及不仅在物理空间上逐步取代加油站，更从功能属性上重构为城市交通与能源网络深度融合的核心基础设施——它既是电动车的补能节点，也是电网的灵活负荷与储能终端，成为连接交通流与能源流的关键枢纽。交通能源的电动化跃迁与智能电网的柔性调度、数字孪生城市的全息协同深度耦合，勾勒出“能源 - 交通 - 信息”三位一体的未来图景。交通出行从“化石能源消耗”转向“可再生能源循环”，城市运转从“系统割裂”走向“全域协同”。这种跨越产业边界的深度融合，将重塑人类的生产生活方式，更将为可持续发展提供坚实支撑。

算电融合，使能全绿色 TOKEN

在计算成本持续下探、数据可用性呈指数级激增与算法模型突破性进展的三重驱动下，人工智能的功能边界正经历颠覆性拓展。支撑这一变革的双重基础设施体系日趋完善：一方面，大型算力中心内海量 AI 服务器的 24 小时不间断运转，构成 AI 处理复杂任务的“中枢大脑”；另一方面，小型化数据中心在城市肌理中加速渗透，如同遍布人体的神经末梢，让 AI 能在物理空间上更贴近应用场景，实现数据的毫秒级响应与本地化处理。这些以 AI 为核心的智算数据中心（AIDC），正成为电力需求增长最迅猛的领域之一——其高密度计算单元与持续制冷系统对能源的消耗强度，远超传统数据中心。据预测，未来十年全球数据中心的用电量将实现翻两番的跨越式增长，从曾经的“隐形负荷”跃升为关键能耗大户。这种激增的电力需求，不仅倒逼能源供应结构向高比例可再生能源转型（如数据中心与光伏电站、风电基

地直连），更推动能源使用方式向“算力 - 电力”动态匹配演进（如基于 AI 的能效优化、错峰用电调度），深刻重塑着全球能源系统的生产与消费逻辑。

AI 尽头是能源，绿色电力与算力协同发展是必然。以 GPT 为代表的人工智能大模型正沿着参数规模爆发式增长的路径持续演进，与之相伴的是算力需求的几何级攀升。尽管 DeepSeek 等模型在算力效率上不断实现技术突破，但自动驾驶、工业元宇宙、智能决策等多元化应用场景的井喷式发展，仍推动全球整体算力需求维持高位增长态势。从能耗数据来看，2024 年全球数据中心耗电量已达约 4200 亿度，占全球总耗电量的 1.5%，且正以每年 14% 的增速持续攀升；按照这一趋势，十年内其耗电量将突破 1.5 万亿度，占全球总耗电量的比例升至 4%。这一数据意味着 AI 发展正面



临“算力爆发需求”与“全球绿色转型”的双重挑战，如何在支撑算力扩张的同时实现低碳化，成为行业必须破解的核心命题。值得关注的是，随着光伏、风电、储能等新能源在经济性、稳定性与灵活性上的全面提升，绿色算力与算力节点的空间耦合正加速落地。在大型风光储能基地，“风光电直供零碳数据中心”的模式日益成熟：通过新能源电力的就地消纳，既省去了远距离输电的损耗与成本，又能将清洁电力直接转化为算力，大幅降低算力成本；更关键的是，这种布局可实现 100% 绿电消纳，较传统数据中心减少 80% 以上的碳排放，从源头破解“算力增长与低碳目标”的矛盾。我们预测，这种“电 - 算协同”的融合发展模式将在未来十年快速普及，到 2035 年，全球大型数据中心的绿电供应率将达到 80%，其中绿电直供等近距离耦合模式的占比将超过 30%，推动 AI 产业从“高碳扩张”向“绿色智能”的范式转型。

“直流直供”融合创新，让数据中心变身“能源路由器”。传统数据中心的供电模式长期依赖交流电网的多层级变压转换。从高压交流到低压交流（经 UPS 不间断电源），再到服务器负载所需的直流，多次交直流转换不仅造成约 10%-15% 的能耗损失，交流频率波动与谐波干扰更成为设备故障的潜在隐患，制约着能源利用效率与系统稳定性。随着光伏、风电、储能逐步成为主力电源，基于风光储柔性直流架构的高压直流（HVDC）直供模式，正引发一场从新能源生产到算力消费的全链条能源革命。其核心突破体现在三个维度：第一是效率跃升。高压直流（如 $\pm 400\text{V}$ 、 $\pm 800\text{V}$ ）系统大幅精简交直流转换环节，直接兼容光伏、储能等直流电源的特性，实现多能源无缝接入。这使得数据中心从光伏发电到芯片算力的全链条能源利用率提升至 70% 以上，远超传统“交流电网 + UPS”模式的 55%-60%；同时将 PUE（能源使用效率）从传统的 1.5-1.8 降至 1.1 以

下，接近“零冗余”的极致能效。第二是动态共生。借助直流架构的灵活性，数据中心从单纯的“电力消耗者”转型为“能源路由器”——通过算力需求与“风光储网”供应的实时匹配，实现可再生能源与算力负荷的动态协同。例如，当光伏、风电出力过剩时，数据中心可主动提升 AI 训练等弹性负荷，配合储能系统消纳多余电力；当供电紧张时，则降低非关键算力，释放储能电力支援电网其他负荷。第三是闭环调控。这种“算力 + 电力调峰”的模式，构建起算力与电力的自闭环控制体系。数据中心不再被动适应电网，而是主动参与能源网络调控，既提升了新能源就地消纳能力，又增强了电力系统的韧性，使“源 - 网 - 荷 - 储 - 算”形成有机整体。2035 年，新建 AIDC 中将有 30% 采用“HVDC+ 绿电”的供电架构。这种架构变革不仅重塑了数据中心的能源逻辑，更让算力基础设施成为连接新能源与数字经济的关键枢纽，为“零碳算力”的规模化落地提供了核心支撑。

数据中心作为集高耗能与高算力于一体的核心基础设施，正经历从传统“被动电力消耗者”到电力系统“主动灵活参与者”的范式转型，逐步成为衔接新能源电力生产、存储与消费的关键枢纽。其双重价值愈发凸显：一方面，作为电力数字化的“算力基座”，数据中心凭借 AI 算法、数字孪生等技术，为电网调度优化、设备状态预警、新能源出力预测等提供强大算力支撑，持续推动电力系统向智能化、精准化升级；另一方面，作为具备弹性调节能力的柔性负荷，数据中心可通过算力的动态调度（如错峰运行、负荷平移）响应电网供需变化——在新能源出力高峰时提升算力负载消纳绿电，在供电紧张时降低非核心算力释放电力空间，从而支撑高比例可再生能源电网的稳定运行。这种“算力赋能电力 + 电力支撑算力”的双向互动，让数据中心从能源链条的末端环节跃升为系统级协同的关键支点，为新能源与数字经济的深度融合搭建了不可替代的桥梁。



结语

2035 年的电力系统，已经进化为一个动态平衡、高度智能化的能源生态系统，实现了从“保障供电”到“引领低碳发展”的跨越。当夜幕降临，光伏板启动自动清洁作业、风机精准调整叶片角度、储能站有序储备电力，电动车依托智能调度有序补能，数据中心同步启动“算电”动态调节，整个电力系统如同有机生命体般高效运转，为可持续发展的未来提供坚实支撑。

► 物流：AI 驱动全球物流供应链实现智慧化赋能与高品质精准交付



到 2035 年，智慧物流将演进为全球供应链的“智能控制塔”，通过深度融合先进信息技术与智能装备，重塑现代物流体系。人工智能系统将确保每件货物在最佳时间，通过最适宜的载具与运输方式，从最优出发地精准送达指定目的地，构建高效、绿色、可信的物流新生态。

在运输领域，自动驾驶卡车依托 AI 驱动的动态路径优化系统，实时分析交通流量、气象条件和能源消耗等多维数据，自动选择最优行驶路线。通过智能协同控制技术，车队实现厘米级精准跟驰，有效降低风阻和能耗，使空驶率下降 60%。跨境物流中，无人驾驶船舶基于海事 AI 云平台，整合全球实时航运数据，自主规划最经济安全的航路，智能规避恶劣海况与拥堵港口，显著提升跨境运输效率与可靠性。末端配送环节，无人机与无人车形成天地协同的智能配送网络，无人机负责高价值货物和紧急医疗品的空中运输，无人车依托多源传感技

术实现精准地面配送，共同构建高效的“最后一公里”解决方案。

在仓储领域，智能仓储机器人通过 5G-A 网络实现毫秒级响应。具备自学习能力的机器人可实时优化仓储作业流程，动态调整拣选路径，使分拣效率提升 5 倍，单件处理成本降低 60%。智能仓储管理系统与运输网络无缝对接，实现货物自动出入库、智能盘点和精准库存管控，形成高效协同的物流节点运营体系。

在物流供应链领域，全流程智能决策系统已实现深度协同。人工智能打通从需求预测、采购管理、仓储调度、运输配送到终端服务的全链路，实现超过 90% 决策节点的自主化运行。系统具备实时模拟推演与自学习进化能力，可在市场波动前预判风险并启动应急方案，显著增强供应链韧性 with 自适应能力。同时，基于量子传感和边缘智能计算的技术组合覆盖 90%

以上高价值物流场景，构建全程 AI 品控体系。多源传感器实时监测货物位置、温湿度及震动等参数，数字孪生技术实现高精度状态识别与智能干预，区块链技术确保全链路数据真实可靠，使生鲜和医疗等高价值货物损毁率降至 0.1% 以下。

这些技术创新共同推动智慧物流从辅助工具演进为全面智能化的物流控制中枢。通过构建物流可信数据空间，打破“数据孤岛”壁垒，促进数据要素跨组织、跨行业高效流动，最终形成产业协同共赢的生态格局，为全球智能经济发展提供坚实支撑。

AI 驱动物流运输组合动态优化，实现全局资源最优配置

2035 年的物流运输体系已演进为一个高度智能化的有机整体。人工智能作为核心驱动力，通过动态优化运输组合，实现了全球物流资源的最优配置。整个物流网络犹如一个精密的“智能控制塔”，实时协调全球货物流动，确保每件货物都能以最高效、最经济、最环保的方式完成旅程。

未来场景：AI 驱动的多模态物流网络运输组合动态优化

在这个全新范式中，AI 动态优化系统持续对全球运输网络进行全局重规划。系统融合卫

星气象数据、实时路况、港口船舶排队情况以及全球碳税政策等多维度实时数据，通过深度神经网络算法，计算出最优运输方案。这种动态优化能力使物流系统延误概率大幅下降，空驶率显著降低，运输效率得到前所未有的提升。

干线运输领域，自动驾驶卡车车队通过 V2X 通信技术实现智能协同运行。这些车辆在 AI 系统的统一调度下，自动组成最优编队行驶，有效降低风阻，减少能源消耗。系统会根据实时路况和天气变化，动态调整行驶路线和速度，确保运输过程的安全与高效。



跨境物流场景中，无人驾驶船舶依托全球海事 AI 云平台，实现自主航行和智能调度。这些船舶能够实时分析全球航运数据，自动规避恶劣海况和拥堵港口，选择最优航行路线。系统将碳排放纳入核心决策指标，主动选择环保的航行方案，显著降低运输过程中的环境影响。

末端配送网络实现智能化升级。无人机配送系统承担高价值货物和紧急医疗品的运输任务，通过城市低空物流网络实现精准投递。无人驾驶配送车借助多源传感技术，准确识别交通信号和障碍物，确保行驶安全的同时提升配送效率。天地协同的智能配送体系为“最后一公里”提供高效解决方案。

多式联运系统展现出高度协同的智能特性。AI 系统打破传统运输方式的界限，根据实时需求智能组合公路、铁路、航空和水运等多种运输模式。系统能动态评估不同运输方案的效能，实时调整策略，在保证运输质量的同时显著提升整体效益。

到 2035 年，AI 驱动的组合动态优化将彻底改变物流行业，实现全局资源的最优配置。通过智能运输组合、无人驾驶技术和末端配送创新，物流系统将实现前所未有的效率、可靠性和可持续性，为全球经济发展提供坚实支撑。

智能仓储机器人全面普及，形成“感知 - 决策 - 执行”全闭环无人仓

2035 年的仓储系统已全面进入智能化时代。智能仓储机器人的大规模普及，使传统仓库转型为具备完全自主运作能力的“智能仓储中心”。这些机器人通过先进的感知系统、智能决策算法和精准执行机构，形成了完整的“感知 - 决策 - 执行”闭环，实现了仓储作业的革命性变革。

未来场景：AI 驱动的“感知 - 决策 - 执行”全闭环无人仓

在感知层面，仓储机器人配备多模态传感系统。通过视觉传感器、激光雷达和深度摄像机的融合，机器人能够实时感知仓库环境、货物状态和作业进度。每个货架、每个货物都配备物联网传感器，构建起数字化的仓储环境。这些感知数据通过高速网络实时传输到中央处理系统，为智能决策提供数据支撑。

决策层面，AI 调度系统成为仓储的“智慧大脑”。基于深度学习和强化学习算法，系统

能够实时分析仓储状态，动态优化作业流程。当订单进入系统时，AI 会立即计算最优的拣选路径、机器人调度方案和作业时序。系统具备自学习能力，通过持续分析作业数据，不断优化决策模型，提升仓储运作效率。

执行层面，多种类型的机器人协同作业。自主移动机器人（AMR）负责货物的搬运和转移，具备自主导航和避障能力；拣选机器人通过智能视觉识别和机械臂控制，实现精准的商品抓取和分拣；库存管理机器人则自动进行盘点和货位优化。这些机器人在 6G 网络的支持下实现亚毫秒级响应和精准协同。

智能仓储系统展现出显著的效益提升。相比传统人工仓库，机器人仓储的作业效率提升 3-5 倍，订单处理速度提高 400%，单件商品处理成本降低 60%。仓储空间利用率提升 50% 以上，库存周转率显著提高。同时，7x24 小时不间断作业能力确保了仓储服务的高可用性。



全闭环无人仓还实现了高度的灵活性。系统能够根据订单波动的特点，自动调整机器人的工作模式和作业流程。在促销季或业务高峰期，系统可以动态优化资源配置，确保仓储运作的稳定性和高效性。这种弹性化的运作模式，极大地提升了仓储系统的适应能力和运营效率。

智能仓储机器人的普及也带来了管理模式的变革。通过数字孪生技术，管理人员可以在虚拟环境中实时监控仓储运作，预测潜在问题，

并提前进行干预。智能管理系统能够自动生成运营报告，提供数据洞察和优化建议，帮助管理者做出更科学的决策。

2035 年，智能仓储机器人的全面普及标志着仓储行业进入全新发展阶段。通过构建“感知 - 决策 - 执行”全闭环的无人仓系统，实现了仓储作业的智能化、高效化和柔性化，为现代物流体系提供了坚实基础，推动着整个供应链向更加智能、高效的方向持续发展。

AI 驱动的物流供应链全程品控和高质量溯源

2035 年，物流供应链的品质管控和溯源体系实现了革命性突破。人工智能与前沿技术的深度融合，使物流全程品控从传统的人工抽检转变为智能化、全链条的质量管控模式，构建起覆盖供应链全环节的质量保障体系。

未来场景：AI 驱动的全链条、高质量的物流品控体系

量子传感与边缘 AI 的组合技术成为高价值物流的品质守护者。每个运输载具配备的量子传感器可实现原子级精度的环境监测，实时捕捉温度、湿度、震动等参数的细微变化。边缘 AI 设备在本地进行实时数据分析和决策，响应速度达到毫秒级。这种技术组合已覆盖超过 90% 的高价值物流场景，使生鲜和医疗等敏感货物的货损率降至 0.1% 以下，每年减少经济

损失超过 2000 亿美元。智能监控系统实现了全程环境精准管控。多模态传感设备实时监测 20 多项环境参数，当检测到异常时，系统立即启动自主调控机制。在冷链物流中，AI 温度控制系统能够预测温度变化趋势，提前进行调节，将温控精度保持在 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以内，确保货物始终处于最佳保存状态。基于区块链技术，每个商品都被赋予唯一的数字身份，记录从原料采购到终端销售的全流程数据。这些数据通过分布式账本技术存储，确保信息的不可篡改性和可追溯性。消费者通过扫描商品二维码，即可查看完整的流通记录和质量检测报告。通过大数据分析和机器学习算法，系统能够预测潜在的

质量风险，并在问题发生前发出预警。这种预见性的质量管理模式，使质量问题的发生率降低了 85% 以上。系统收集全链条质量数据，通过 AI 算法进行深度分析，识别质量问题的根本原因，自动生成改进建议，形成闭环。

2035 年的物流供应链品控体系已经实现全面数字化、智能化。通过 AI 驱动的全程质量监控和区块链赋能的溯源系统，不仅大幅降低了企业的质量成本，更显著提升了消费者体验和品牌信任度，为现代供应链的高质量发展提供了坚实支撑。





结语

2035 年，智慧物流在 AI 驱动下实现三大突破性变革。在运输领域，AI 动态优化系统通过实时分析多维度数据，实现全局资源最优配置，使空驶率下降 60%，单位货物碳排放减少 45%。在仓储环节，智能机器人全面普及，形成“感知 - 决策 - 执行”全闭环无人仓，作业效率提升 3-5 倍，处理成本降低 60%。在品控方面，量子传感与边缘 AI 技术覆盖 90% 高价值场景，使生鲜医疗货损率降至 0.1%，年损失减少超 2000 亿美元。

这些变革构建起高效、透明、可靠的现代物流体系。AI 不仅实现各环节的智能化升级，更通过区块链溯源和智能预警系统，确保全程质量可控可溯。

预计到 2035 年：

- 1) 全球 90% 主干线路需每秒处理 10^6 次决策，算力从 1 EFLOPS 增至 300 EFLOPS，提升 300 倍；
- 2) 全自动化无人仓每万 m^2 需部署 4 台机器人和 20 台 AMR 协同作业，仓库需 5G-A 网络全覆盖，网络带宽从 3Gbps 增至 140Gbps，提高 50 倍；网络时延从 50ms 降至 1ms；
- 3) 全程物流高质量 AI 品控，单批医药货物需 20+ 传感器（温度、光照、震动），全球冷链 IoT 设备规模从 2025 年百亿级增至 2035 年万亿级，提高 100 倍。

物流已从辅助工具演进为支撑全球供应链的核心基础设施，显著提升运营效率的同时，大幅降低成本和环境影响，为经济发展注入新动能。

► 矿业：“智探矿脉，office mining” 重塑矿区生产

矿业是人类社会繁荣发展不可或缺的基础产业，从石器时代到工业革命，再到信息时代，每一次文明的跃升都离不开矿产资源的支撑。国际能源署（IEA）预测：即使可再生能源加速渗透，2035 年化石能源仍将占据全球能源结构的 60% 以上，石油、天然气及锂、铜等关键矿产的需求持续高位运行。

然而，正所谓“登天容易，入地难”，现代矿业开发面临各种复杂科学技术难题和自然环境的挑战，随着浅层资源开发逐步枯竭，深地、深海、复杂地质条件开采成为必然选择。全球待发现油气资源中，70% 位于深层 / 超深层。深水油气产量占比将在 2035 年达到海洋总产量的 25%；同时，传统的粗放式开发模式也将越来越难以满足安全、高效的开发要求。

在此背景下，量子计算、纳米技术等高新尖端技术成为油气开采的基础能力，数智技术也在加快与油气矿山开发技术深度融合。油气和矿

山的勘探开发及生产活动，都将是基于对可获得地质、生产等数据的治理和预测，AI 技术正从辅助工具属性逐步蜕变为产业重构的核心引擎。过去三十年，从 3D 地震成像到纳米传感器的技术创新完成了量变积累，而未来十年，AI 将带来一场质变的冲击波，它正在重新定义油气矿山行业的技术逻辑与竞争规则。2035 年的矿业版图将由智能化技术重构勘探、开采、生产全链条，实现“地质透视化、开采工厂化、生产无人化”的科技跃迁：钻进过程中，“透视钻头”实时回传数据，AI 系统动态校准模型并优化轨迹，形成“数据采集 - 高性能计算建模 - AI 解译 - 实钻反馈”的全息勘探闭环，推动石油勘探从“盲人摸象”到“地壳 CT 扫描”的范式跃迁；油气开采将形成从储层改造到末端处理的井下技术闭环，开辟“井下工厂”开发新模式，高精度智能压裂、原位改质技术、纳米驱油剂和井下油水分离系统等技术协同突破单井综合采收率极限，降低作业成本，彻底改变传统开采模式；海洋油气生产将进入智能化海底工厂时代，实现海洋油



气生产全海底化、自动化、智能化、远程化、无人化；陆上开采依托数字孪生技术实现全生命周期管控，通过百万级物联网节点实时优化生产参

数，并基于 5G-A/6G 网络由远程智能中心协同全球生产链，将高危区域人力介入降至极限，最终形成“生产面零人力”的全新业态。

慧眼识矿，让勘探更高效

未来场景：AI 驱动的智能地质勘探，让勘探更高效更准确

勘探业务正经历由传统方法向智能化驱动的范式跃迁，AI 技术的深度融合正在重塑地质勘探全流程。到 2035 年，勘探将进入“全息地壳透视”时代，形成“数据采集 - 量子建模 - AI 解释 - 实钻反馈”的闭环系统。这一变革的核心是 AI 地质勘探，其通过集成量子计算、智能传感和实时反馈机制，实现从地质解释到地壳认知的革命性提升。与此同时，数据洪流和实时回传对存储、计算能力和高速网络带宽提出更高要求。

数据采集阶段：构建天 - 地 - 井 - 海的实时数据基座

未来十年，勘探业务的数据采集上将构建起全时域全地域协同网络。通过陆域自动驾驶节点车队与无人机集群实现地震节点自主布设，海域自主式水下航行器（AUV）自组网实现无缆全域探测，井下纳米传感器与量子重力梯度仪形成微米级监测层，构建起“四位一体”的实时数据链。该技术体系突破传统人工布设与拖缆船作业的物理限制，使勘探周期从月级压缩至周级，最终形成全域感知、自主协同、持续进化的智能勘探神经网络。

此外，AI 地质勘探的数据采集依托智能传感技术扩展探测半径，填补传统方法盲区。随

钻前探与随钻远探技术将会在随钻油藏描述和随钻地质导向方面发挥更大的作用，探测的更多、更准、更远、更快；远探与前探测井技术利用声波、电磁波等，将测井作业的探测范围由现在的数十米大幅提高到井旁数百米和井间数千米，能有效填补传统测井与井间地震之间的探测空白，并在钻进过程中实时回传底层数据，形成地层实时扫描的“透视钻头”，同步启动卫星遥感与无人机光谱扫描，实现地表地质特征的广域覆盖。这些技术生成海量多源数据，包括地震、钻井和遥感信息，为后续建模提供高精度输入。例如，随钻远探技术通过电磁波或声波传感，实时捕捉井旁流体分布和油藏边界，增强对地层的三维认知。这种一体化数据基座不仅提升采集效率，还通过 AI 算法优化传感器部署，减少人为误差，确保数据完整性和实时性。

2035 年，多源融合单勘探项目采集的原始数据量在 PB 级；实时回传“透视钻头”数据需依赖井下 5G-A/6G 网络全覆盖，同时通过边缘计算可帮助降低回传带宽压力。

数据处理阶段：量子计算驱动的高分辨率建模

数据处理阶段，地震、钻井、卫星遥感的海量数据通过量子计算芯片可在短时间内完成传统需数月的储层反演计算，实现三维地质模型分辨率数量级提升。量子计算芯片具备超快并行能力，当海底光纤阵列持续输入 PB 级勘探

数据时，集成量子计算芯片的 AI 中枢可在数小时内完成传统需数月的反演流程，同步整合卫星监测、无人机高光谱扫描及井下纳米传感网络，构建动态更新的地质元宇宙。

弹性波成像技术突破传统声波局限，通过纵横波联合采集和全波形反演，实现全波场成像，提供更翔实的储层预测结果。这一过程结合压缩感知地震勘探技术，利用非规则优化采样减少数据冗余，提升成像效率。例如，弹性波全波形反演（EFWI）软件通过矢量信号处理，生成高保真地下图像，为 AI 解释奠定基础。

依据行业经验，地震数据处理流程所需要的存储至少需要比原始数据量多出 10 ~ 15 倍的存储进行匹配。预测到 2035 年，单油田年累计存储数据量从 PB 级跃迁到 EB 级。EFWI 算力需求也从 PFLOPS 级到 EFLOPS 级跃迁。数据洪流倒逼 AI 预处理压缩技术的普及，降低存储压力。量子计算的应用不仅能加速反演，还能优化模型参数，使储层描述更贴近真实地质条件，从源头上提升勘探精度。

地震解释阶段：AI 实现厘米级智能解译

地震解释阶段是 AI 地质勘探的核心，人工智能技术实现断层识别和储层预测的微观化。基于人工智能的地震解释技术利用深度学习和机器学习算法，自动处理地震属性数据，实现厘米级断层识别和岩相分类。这取代了传统手工解释的不准确性，通过大数据分析直接从三维数据体预测油气分布。例如，多层神经网络嵌入解释平台，生成概率性岩相数据体，量化不确定性，提高钻探成功率。预测到 2035 年 AI 地质建模勘探目标识别误差率商业应用从传统的 15%-20% 降低到 5% 以内。

AI 系统还能整合多学科数据，如测井和地质调查信息，在智慧地质平台上实现协同分析，大幅缩短解释周期。这使勘探目标评价更精准，减少无效钻井风险，推动增储上产。

实时验证阶段：闭环反馈与动态优化

实时验证阶段通过 AI 系统实现模型自校准和钻井轨迹优化，形成勘探闭环。“透视钻头”在钻进过程中持续回传地层数据，AI 系统即时比对预测模型，动态调整参数。例如，随钻前探技术结合井下传感器，实时识别“甜点”位置，



引导钻头精准钻达目标层位。为不影响钻井轨迹优化效率，边缘计算实时处理响应（动态建模）时延需要 <100ms。同时，远程实时智能控制中心利用 5G/6G 和物联网技术，处理现场数据并输出优化指令，实现地质导向的自动调整。这种反馈机制不仅验证模型准确性，还通过机器学习迭代提升预测能力，最终达成“地壳 CT 扫描”的跃迁，从被动响应变为主动认知。

综上，AI 地质勘探通过全流程智能化，彻底改变勘探范式。数据采集构建一体化基座，量子计算加速高分辨率建模，AI 解释实现精准解译，实时反馈完成闭环优化，共同推动油气勘探从离散快照式勘测跃迁为持续自进化的地壳 CT 扫描，彻底颠覆人工解释周期长、精度受限的传统范式。这不仅提升资源发现效率，还将大幅降低勘探成本，为可持续能源开发提供技术支撑。

重塑矿区生产，打造绿色无人矿区

当前矿山智能化虽已起步——露天矿无人驾驶进入“准成熟期”：截至 2024 年 9 月，全国已建成 1642 个智能化采掘工作面，部署超千台无人矿卡和机器人，渗透率达 20%。然而，井下复杂场景仍依赖人工决策（无人矿卡渗透率 < 5%），设备协同精度不足，数据孤岛尚未完全打通，本质安全目标远未实现。

展望未来，彻底消除矿工接触塌方、爆炸等高风险环境，实现“零伤亡”生产目标是打造无人矿区的首要目标。国家发展改革委、国家能源局下发的《能源技术革命创新行动计划（2016—2030 年）》提出，到 2030 年实现煤炭智能化开采，重点煤矿区基本实现工作面无人化。2035 年矿山全面走向无人化开采，现场无人化成为主流生产方式。中国矿业大学预测，2040 年中国基本告别真人矿工。要实现这个目标，需要在矿区作业环节、运输环节和安监环节全面实现无人化。

未来场景：矿区自主运行生态系统

到 2035 年，矿山将进化为全流程自主运行的生态系统。量子传感网络与人工智能中枢深度融合，实现地质勘探、采掘、运输到安监的全生命周期无人化闭环。

智能采掘：毫米级精准开采与自适应控制

采掘环节由仿生机械臂与智能装备主导，借助透明地质模型实现装备群自主协同，矿区作业流程自动化率达 100%。机械臂集成多光谱视觉系统与力反馈装置，通过激光雷达扫描岩体裂隙分布（识别精度 0.1mm），结合液压支架压力传感器数据，采用惯性导航技术动态调整截割轨迹，替代传统经验判断，使采煤机在复杂地质条件下自动避障，提升开采效率。同时，高精度爆破技术通过三维激光扫描技术定位岩层弱面，AI 算法动态计算炸药用量，实现能量定向释放，将矿石损失率降低，同时减少对围岩的扰动。这一变革使矿山从“局部自动化”跃升为“全域自决策”，彻底告别“真人矿工”时代。

无人运输：动态调度与协同作业网络

2035 年无人驾驶将实现全场景 100% 覆盖，从“辅助运输”走到“全域无人化”。运输环节以无人矿卡集群为核心，构建动态调度网络，通过蜂窝车联网（Cellular V2X）技术调度无人矿卡与铲运机，车铲协同算法提升效率，实现 24 小时不间断作业。无人矿卡搭载激光雷达 - 毫米波雷达融合感知系统，通过 5G-A/6G

专网实现毫秒级通信支持实时避障。云端 AI 中枢基于深度强化学习算法，综合分析矿石品位、设备状态、能耗数据，动态规划最优路径，避开障碍物并进行高效的物料运输。皮带输送系统也实现智能化，通过在线监测皮带运行状态和载荷，实现输送系统的优化调度和故障预防。安装在皮带输送机上的传感器实时监测皮带磨损度、物料流量和成分等信息，一旦发现异常，系统会自动发出警报并采取相应的措施，确保输送系统的稳定运行。相较当前仅露天矿试点的无人运输，2035 年技术将覆盖地下 50km 巷道，导航精度达厘米级。预测到 2035 年无人矿卡在露天矿实现 100% 覆盖，地下矿突破 50%。

全域安监：安全监控与风险预警

安全监控完成从“被动响应”到“主动预警”的转变。光量子传感网络以纳特斯拉级灵敏度监测微震波，为岩爆预警争取关键时间；防爆巡检机器人通过激光光谱秒级识别瓦斯泄

漏。远程控制中心依托 VR 技术映射井下实景，操作员可像“实况电玩”般遥控设备，彻底消除人工进入高危环境的必要性。当前的安监系统虽能实现粉尘预警，但多系统割裂导致响应延迟；而 2035 年岩爆预警可直接触发采掘机械臂避障，粉尘超标联动矿卡降速，形成全流程自响应机制，应急响应速度从小时级压缩至分钟级，安全事故归零从愿景变为常态。此外，井下固定岗位由巡检机器人全覆盖。作业机器人集群重构生产链，预测到 2035 年，100% 高危场景作业机器人可替代。

通过采掘、运输、安监三大环节的深度集成与协同优化，智能矿山最终形成了完整的自主运行生态系统。这一系统不仅实现了全流程无人化作业，更通过量子传感网络与人工智能中枢的深度融合，构建了具有自感知、自决策、自执行能力的矿山“智能体”。矿山生产正式从“人力密集型”转向“技术密集型”，为全球矿业可持续发展树立新的标杆，最终实现彻底告别“真人矿工”的时代愿景。





结语

2035 年的矿山将实现“地质透视化、开采工厂化、生产无人化”的科技跃迁。到 2035 年，地质勘探将实现从“AI 解释”到“全息地壳透视”的跨越。AI 建模目标识别误差率从当前的 15%-20% 降至 5% 以内，断层识别精度突破厘米级，彻底解决传统勘探中“盲人摸象”的局限。单次勘探数据量同步从 PB 级跃升至 EB 级（增长 1000 倍），算力需求因弹性波全波形反演（EFWI）技术升级而跃迁：从 PFLOPS 级增至 EFLOPS 级（提升 1000 倍），支撑高分辨率建模与实时反馈。边缘随钻动态建模时延压缩至 100ms 以内，依托 5G-A/6G 与边缘计算实现“透视钻头”秒级数据回传。

同时，矿山生产将告别“真人矿工”时代，迈向全域无人化。采掘 - 运输 - 安监全流程自动化率实现 100%，仿生机械臂凭借量子扭矩传感技术实现毫米级精准截割。露天矿无人驾驶渗透率从当前的 20% 升至 100%，地下矿无人驾驶渗透率从不到 5% 提升至 50%，矿卡集群通过 5G-A/6G 专网实现厘米级导航与毫秒级协同调度。岩爆预警系统联动设备自主避障，应急响应速度从小时级压缩至分钟级，安全事故趋近归零。高危场景机器人替代率达 100%。

算力（EFLOPS）、存力（EB 级）、时延（毫秒级）的跃迁，推动矿业从劳动密集转向技术密集转型，最终实现资源开发效率与本质安全的双重突破。这不仅是技术革新，更是矿业走向全面智能化时代的重要跨越。

► 城市：AI 让城市焕发自进化的生命力

城市承载了人类无尽梦想，也是未来全球化发展的核心引擎和关键节点。纵观城市发展史，城市发展基因自带人口聚集与边界扩张属性。工业时代蒸汽机、铁路等技术打破空间桎梏，推动城市边界从核心城区向郊区延伸，“以聚集求效率、以扩张谋发展”成为城市演进的底层逻辑。进入智能时代，这一逻辑因技术革新与产业升级进一步被激活，聚集发展仍是未来城市形态。人口、资源和功能在大城市与小而美城市之间高度集中，以纽约、伦敦、东京、北京、上海、深圳为代表的世界级城市群，延续了城市“聚集增效”的基因，吸引高端人才进一步向大城市集中；而小城市通过差异化定位形成竞争优势，培育和发展特色产业，吸引对生活环境有较高要求的人口聚集。到 2035 年全球城镇人口的占比将从 2021 年的 56% 上升至 62%，中国到 2035 年城市化率将提升至 74%^[32]，而人口的网络型布局将迫使我们尽快找到城市产业协同和公共服务均衡的受力点。

随着时间的推移与技术日新月异的发展，使得城市格局边界消融。空间上，城市与城市、

城市与乡村的空间界限逐渐淡化。功能上，从早期追求的功能自给自足演变为功能错位互补的格局。治理上，治理边界从行政辖区转向问题导向的治理单元。而边界消融的城市格局也需要我们回答如何在趋同化的发展中找到个性发展的落脚点。

随着智能感知设备、智能服务终端、数字化服务平台、机器人等的广泛应用，随时办事、无感化服务等服务形态重新定义人机协同的效率与温度，技术的理性效率与人类的感性判断形成互补，共同推动城市功能升级，形成人机共生的未来城市。技术带来的变革让曾经的构想转化为触手可及的现实，为未来城市开启无限可能，而人机共生在人与机器的分工、信任、安全等方面也亟需找到平衡点。

智能时代重塑城市发展逻辑的进程中，AI 以其自身特性为原点，从底层能力突破城市发展瓶颈，以价值为导向、以化解城市内在矛盾为目标，构建起 AI 赋能城市发展的技术框架，为未来城市的发展提供了受力点、落脚点和平衡点。构建具备“自我感知、自主智能、自驱



进化”的未来城市，是全球城市面临的共性要求。未来城市不再被动承受风险，而是自我感知，自动识别风险、自动反馈；城市始终围绕人的需求自主智能的运行，以灵活、高效的处置方式替代层级化指令，让需求响应更快捷、更智能；通过自主分析和预案优化，形成感知、认知、决策、执行的自进化发展，让城市在变

化中保持稳定的运转弹性和可持续发展潜力，推动以 AI 为核心的智能化未来城市的发展。据国际数据公司（IDC）测算，全球数字化转型投资以 15.4% 的年均复合增长率持续扩张^[33]，全球城市正以不同节奏迈向同一个未来，城市将成为全场景智能化的最佳试验场，智能化也将成为衡量城市文明程度的核心基准。

城市级 AGI，无限智能开启 AI 新 CITY

当前，AI 技术积累与应用已经和城市的发展需求紧密相连，技术方面也实现了一定程度的飞跃，算法上正逐渐摆脱对大规模数据的过度依赖，向提升自主推理能力改变。到 2035 年，全球 70% 的人口聚集于城市，传统管理范式已难以应对“超级城市”的复杂性，城市生命体已经在智能“觉醒”，智能技术与城市正在共生共荣。城市与 AI 的紧密相连已广泛应用于城市服务、城市治理和城市安全等领域，AI 正在使城市变得更温暖、更宜居、更安全。在数智化城市的核心场景中，AI 将进一步突破单点应用限制，渗透到城市生活与工作的每一个缝隙，城市中每个人、每一刻、每件事都将拥有专属的超级助理。随着“城市 +AI”的全场景覆盖，AI 技术正从“专用智能”向“通用智能”演进，城市级人工通用智能（AGI）的雏形逐步显现。到 2035 年，超级助理行业渗透率将达到 82%，成为支撑城市高效运转与居民高质量生活的关键基础设施。

未来场景：千人千面，主动打理城市生活，城市服务智能体让城市更温暖

智能化技术与城市服务深度融合已经为我们初步描绘了未来城市生活图景，这十年间，

城市从个体分散走向整体协同，居民与城市的互动关系也被彻底重构。

城市服务正经历从聚焦个体需求到统筹整体诉求的深刻转型。这一转变突破传统“点对点”的服务局限，将城市视为一个有机生命体，全面考量其中每一个组成部分。城市需求也正从单体化、具体化的服务供给，向数字化、虚拟化的需求空间演进。例如，社区通过 AI 搭建养老服务平台，通过视频、手环等设备对社区老人进行健康监测，提供家政、送餐、就医陪护等养老服务，满足整体性养老需求。在个性化方面，通过微功耗传感监测独居老人生命体征，城市服务智能体分析发现体征数据异常时，通知具身智能护理机器人及时监护，并结合既往健康数据判断其是否需要医疗救护，主动发出报警。

无论是家庭对基础生活的个性服务，还是城市层面的共性服务需求，均能通过虚拟需求空间的协同响应实现高效覆盖。在跨部门协作中，城市服务智能体打破数据壁垒，整合多部门数据，实现信息实时共享与业务协同办理，让市民和企业办事无需再奔波于不同部门，从而构建便捷、高效、贴心的城市服务新生态。



未来场景：自主微治理，城市治理智能体让城市更宜居

1. 城市微治理，从细微处见智能

在现代城市治理中以人为核心治理单元，包括垃圾分类督导、矛盾纠纷调解、设施巡检、应急响应等，由于人力资源和精力的局限性导致巡查频率不足，以及微观场景的隐患难以被发现，处置效率受到挑战，“低密度”的治理方式与精细化的治理要求还存在一定的差距。

现如今，AI、具身智能的出现有望突破治理密度瓶颈，它们以单元、楼宇、社区为最小治理单元，构建起超越人力的感知与执行网络。上海普陀区近千名社区工作者借助“百事能 AI 社工”应用，可快速获取精准的政策解读和同类案例参考，响应速度提升 70%^[34]。深圳木棉岭社区利用搭载烟火识别算法的巡检机器人，实现全天候智能巡逻^[35]。武汉东湖高新区社区，在高空抛物、电动车入梯、独居老人监测等高频治理场景中实现智能识别和自动处置，社区风险事件下降 53.6%，建筑风险隐患排查效率提升 10 倍，巡查人力成本下降 71.4%^[36]。AI 正以技术赋能的方式重新定义治理密度，城市治理也逐渐走向精准渗透。

随着智能体、具身智能技术的崛起与大规模应用，城市微治理结合具身智能机器人，微治理将超越政府网格治理的密度。在社区、楼宇等，通过多元共治体系的构建，形成人与具身智能的人机共生，协同作战的微治理格局。到 2035 年，每平方公里具身智能机器人的数量将大于 50 个。

2. 城市整体性治理，破局当下、进化未来

整体性治理秉承把握城市治理整体态势和发展趋势，提供预防性策略、主动性执行、自进化演进的城市治理理念，成为超大城市防范化解复合风险的必然选择。整体性治理对跨区域协同、动态感知、全域响应要求更高，而城市级元宇宙为整体性治理提供了技术底座，重塑着人们对于数字世界与现实世界交互融合的认知。例如，新加坡通过以极高的精度逐个街区、逐条街道地重建整个城市，在元宇宙中创建新加坡的虚拟版本^[37]。韩国首尔推出 Metaverse Seoul 平台，民众通过平台在沉浸式 VR 环境中访问各种公共服务和资源^[38]。

城市元宇宙将借助虚拟化和数字化手段，生成更精准的与城市物理世界交互的数字图景，使得物理世界的城市事件、部件等管理元素，

与数字世界的基于数字孪生体技术的数字化城市运行中心实现虚拟交互——即虚拟世界的指令和意图，通过城市治理智能体准确、实时地在物理世界执行，形成虚实共生的数智化治理新模式。

物理世界的治理状态的变化，在虚拟世界自动同步、自行建模、自主赋能。当物理空间的交通信号灯调整配时、社区新增垃圾分类站、管网压力出现波动时，这些细微变化会通过遍布城市的传感器网络自动同步至虚拟平台。虚拟世界在接收物理数据后会启动自行建模，模型输出结果结合具身智能技术将反向对物理世界形成自主赋能，使得治理效能从虚拟推演转化为现实行动，全链条自动化重构城市治理时空逻辑，让治理效率得到质的飞跃。

未来场景：从被动响应到主动防御，城市安全智能体让城市更安全

现代城市的安全防护已从单一领域的被动应对，进化为多维度风险的系统防控。东京大学研究表明，人口超千万的城市中，单个地铁站的火灾若处置延误 10 分钟，连锁反应可导致 12 平方公里区域的功能瘫痪，经济损失按分钟计算可达百万美元级别^[39]。同时，智能时代的安全

管理也正转向“事前免疫”。土耳其利用人工智能增强野火预测和预防能力，开发了基于最优资源分配的模型，野火预测准确率 80%，并能成功预测野火爆发前 24 小时的情况^[40]。

城市安全的智能化发展随技术发展不断演进，AI 将从城市安全的辅助者到决策者，从被动感知到自主决策，从指令型指挥到任务型、目标型指挥。例如，早稻田大学和东京大学联合研究小组，基于 AI 研发了暴雨时东京城市内涝灾害预测系统，可提前 20 分钟对东京的暴雨内涝区域进行预测，每 5 分钟更新一次，有助于减轻城市暴雨灾害的影响^[41]。未来城市安全智能体将不再是孤立的技术系统，而是融入城市生命体的“免疫系统”，实现全域感知、自主决策与跨域协同，城市安全实现从被动响应到主动防御的升级，进入智能进化的新纪元。

到 2035 年，城市将从数据汇聚、分析及 AI 辅助决策的 centralized 智能中枢，演进为拥有智能感知、决策、执行单元的城市立体化具身智能体。它的“手脚”能采执一体、智能控制、自主执行，“大脑”可全局思考、动态规划、智能协同，以此实现城市全局化自主智能，为城市的可持续发展、居民生活质量的提升和经济的繁荣注入动力，让 AI 为城市安全保驾护航。

城市数据大动脉，促进智能经济繁荣

城市数据作为新型生产要素，在城市运行与发展中扮演着越来越重要的角色。据国际数据机构 Statista 预测，到 2035 年，全球数据产生量较 2020 年增长约 35 倍^[42]。城市数据的价值主要体现在：对城市管理者而言，通过分析城市全域数据辅助科学决策、优化资源配置；对企业而言，能依托消费数据洞察市场趋势，

进而调整生产与营销策略；对公共服务领域而言，可利用公共数据提升服务精准度。不仅如此，城市数据的深度挖掘与跨领域融合，还将直接推动城市数智化建设进程，加速智能经济发展，最终成为驱动城市创新变革、提升综合竞争力的核心力量。

未来场景：让每个人、每个企业、每个城市拥有数据空间

在当前“土地红利”向“数据红利”转变的过程中，数据空间的概念应运而生，在数字经济和生产要素与资源配置逻辑重构的背景下，构建可信数据空间体系，成为产业协同和服务变革的核心动能。可信数据空间的形成，离不开通信网络、算力设施、数据生态、可信服务、安全技术的融合发展，让分布无序的数据有序流动并创造价值。

欧盟作为全球可信数据空间建设的先行者，2024 年已建成 160 个可信数据空间，覆盖医疗、能源、交通等领域^[43]。日本启动 Ouranos 计划，在新兴产业创新、城市公共服务、新能源汽车及电池、金融交易四大领域开展建设^[44]。苏州市依托苏州国际数据港，聚焦数字贸易核心领域与数据跨境流通关键环节，通过制度创新、基建升级、平台支撑等举措推进高水平对外开放^[45]。

未来，数据将成为城市发展的核心生产要素，可信数据空间将成为联接人、联接企业、联接城市的重要基础设施。依托可信数据空间联通多领域数据，让民生服务从被动受理向主动触达变革，夯实民生根基；企业借助可信数据空间，通过“数据可用不可见”的安全协作模式完成核心业务，提升企业经营效率；城市通过可信数据空间打破城市间数据壁垒，支撑跨域高效联动和协同发展。数据驱动的发展模式将成为城市可持续发展的重要保障。

未来场景：数据需求充分涌现，数据产品智能供给

数据需求正以多元化、深层次的形态充分涌现，形成主动式需求与 AI 感知类需求双轮驱动的格局。主动式需求涵盖数据显式需求与场



景隐式需求两大维度：前者聚焦于企业与机构基于业务目标主动提出的精准诉求，如金融机构为防范风险，明确要求获取企业征信、交易流水等结构化数据；后者则深挖业务场景背后的潜在数据需求，例如，城市管理者在规划交通治理方案时，需借助人口迁徙、天气变化等相关数据构建综合分析模型。而 AI 感知类需求，依托先进的数链技术与人工智能算法，实现对潜在需求的深度洞察。通过区块链与大数据技术构建的多维数据图谱，将散落于各领域的碎片化数据编织成有机互联的数链网络，每一个数据节点都成为可追溯、可验证的价值单元。大模型在此基础上，运用图神经网络、自然语言处理等技术对数据图谱进行动态挖掘与智能分析，自动识别出传统模式下难以察觉的需求线索。

当主动式需求与 AI 感知类需求经智能算法解析后，需求指令将以毫秒级速度精准推送至数据工厂。作为数据产品的“智慧中枢”，数据工厂依托自动化编排引擎，可在数秒内完成全域数据资源的动态调度。同时，数据工厂能够自动完成数据清洗、特征提取、模型训练等全流程开发，将原始数据转化为可视化报表、预测分析模型、智能决策系统等多元化数据服务产品。最后，通过智能推荐算法与数据沙箱技术，这些定制化产品将突破时空限制，以安

全合规的方式精准触达需求方，实现数据价值从生产到交付的全链路闭环，显著提升数据要素市场的流通效率与服务效能。

未来场景：突破城市物理边界，可信数据跨域流通

在数字经济浪潮席卷全球的当下，数据将突破城市物理边界，驱动资源跨域流通。依托部署于各区域的受信任数据探针，系统将以主动化、动态化的方式，对跨区域数据进行实时探查。随着数字经济深度融入社会发展，个人、企业及城市数据正通过完善的确权、定价与流通机制，将形成高效运转的常态化运行模式。数据资产将成为企业和机构的核心资产类别，如同企业上市融资般，数据持有方可以将合法、合规拥有的数据资产进行整理、评估后推向市场。到 2035 年，全球数据交易市场规模将达到 8120 亿美元。

金融：面对中小企业普遍存在的“融资难、融资贵”问题，通过隐私计算技术，在加密环境下整合企业纳税连续性、社保覆盖稳定性及能源消耗活跃度等信息，构建多维信用模型，

既保护企业数据隐私，又能科学评估经营风险。银行基于这样的风险评估结果，可快速为有真实经营需求但缺乏传统抵押物的中小企业放贷，有效破解“融资难”问题。

制造：依托装备级、车间级、企业级和产业级的全层级数据体系，企业不再受限于内部数据孤岛，而是通过工业互联网平台实现企业间跨地域的数据共享、协同与流通。设计团队可实时获取全球供应链的零部件参数与工艺标准，优化产品设计；生产车间能根据市场需求变化，与上下游企业协同调整排产计划；供应商则可依据生产企业的实时库存数据，精准安排物料配送。

物流：高度智能、高效运输的物流网络体系逐步成型。依据实时库存数据与订单信息，智能算法能够对物流资源进行最优调配，从运输路线规划、车辆调度，到仓储设施使用，均实现精细化管理。自动化设备在数据指令的驱动下，能在数秒内完成货物的存储、分拣与配送，极大提升了物流作业效率。通过对仓储数据的深度分析与优化，仓储空间利用率大幅提升，有效降低了物流成本。

智能基础设施，塑造数字未来

当城市正在迎接城市级 AGI 的到来时，智能基础设施成为兼顾破解治理难题与撑起 AGI 落地的关键抓手，支撑城市扩张的模式正加速迭代，建设重心逐步向数字化、智能化方向跃迁。

当前，全球数字基础设施正从单一功能建设向智能协同进化升级，逐步展现高度融合、全域智感、动态协同的新形态。我们认为城市智能基础设施有三个演进方向：太比特量子通

信，以超高速和极致安全特性联接城市，通过泛在的网络打破算力节点物理壁垒，将分散的算力资源聚成协同联动的整体，激活城市潜能；全域感知，通过实时捕捉城市运行状态，为城市管理者提供多维度、高颗粒度的决策依据；城市操作系统，整合全域数字资源，实现跨领域系统的自主协同和城市运行的动态优化。这三个方向，共同构筑起城市运行的底层基座，从信息安全传输、城市状态实时感知到资源智

能调度形成闭环，为城市数智化发展提供全链条支撑。

未来场景：太比特量子通信，照亮城市每个角落

1. 空天地立体通信网，全域极速互联

中国已建成全球规模最大、技术最先进的5G网络，2025年，5G基站数量达到480万个^[46]，F5G万兆光网成为城市网络的主干道，不仅在家庭和企业实现万兆接入，还将在城市基础设施中广泛应用。

在无线通信领域，太赫兹频段将成为实现高速率、低延迟通信的新战场。国际电信联盟（ITU）已经指定分配0.12THz和0.22THz频段分别用于下一代地面无线通信和卫星间通信^[47]。太赫兹频段以其超大带宽特性，成为实现太比特级通信速率的关键技术路径。在有线通信领域，光模块技术正不断发展，单通道速率将朝着相干1.6Tbps@400GHz演进^[48]，全光网络架构将成为支撑数智世界互联的坚实底座。英国阿斯顿大学研究团队在50公里长单芯光纤上实现约400太比特传输速度^[49]。中国开通了全

球首条1.2T超高速下一代互联网主干通道，连接北京 - 武汉 - 广州总长3000多公里^[50]。

近年来，卫星通信技术取得突破，智能手机能够直连卫星通话，“天通一号”卫星移动通信系统已应用于汽车通信领域，与车企合作，为车载通信提供更完备的通信手段。在应急救援场景中，卫星通信将发挥关键作用，当地面通信网络遭受自然灾害等破坏时，能够迅速搭建起应急通信通道，保障救援指挥的顺畅进行。

无线通信与光通信的双万兆能力，搭配卫星通信的全域覆盖，共同构建起一张无死角的城市极速互联网络。以光纤网络为骨架，凭借单波长太比特级的传输能力，为全域互联筑牢根基。到2035年，城市网络将呈现出更为先进、高效、融合的面貌，城域核心层传输速率达到1.6Tbps以上，城域网核心交换节点容量达到150Tbps。

2. 量子通信，打造安全的通信手段

安全已成为城市智能基础设施建设的核心命题。量子通信以其物理理论可证明的安全特性，正为城市筑牢通信防线，成为未来信息安



全领域的颠覆性力量。量子通信是利用量子力学原理对量子态进行操控的一种通信形式。量子通信是迄今唯一被严格证明无条件安全的通信方式，可以有效解决信息安全问题^[51]。这种“无条件安全”特性，打破了传统加密技术依赖算法强度的局限，让信息传输的安全性从数学假设层面上升到物理规律层面。

从城市智能基础设施角度看，量子通信将成为关键信息网络的“安全脊梁”，为未来通信安全提供了可靠的解决方案，为全球量子通信技术的发展注入了强大动力。在政务办公、城市运行等多个领域正在发挥着保障信息安全的作用，城市电网、交通信号系统、能源调度中心等物理基础设施，都将构建基于量子密钥分发的加密通信链路。例如，车联网系统中，自动驾驶车辆间的通信借助量子信道，能确保指令传输的极致安全，防止车辆被远程恶意控制，为智能交通的发展消除安全隐患。中国建成“京沪干线”量子保密通信骨干网，连接多个重要城市，实现了数千公里的量子密钥分发。英国也开展了长距离量子安全数据传输的实验。据预测，到 2035 年，量子通信市场规模预计将从 2024 年的 13.7 亿美元增长到 2035 年的 134.9 亿美元^[52]。

3. 以网强算，算力“随需流动”

国际数据公司（IDC）预测，2025 年全球数据总量将突破 180ZB，相当于把人类历史上所有印刷书籍的数据量放大 1000 倍^[53]，算力成为能让海量数据从无序向有序转换的关键力量。

城市算力形态将突破传统算力中心，城市部件、车辆、终端设备、穿戴设备等皆可成为按需调度的算力节点，每一个数字化的部件都将拥有智能化的算力，都会成为城市智能体的“细胞”节点、“原子”节点。在一个中等规模城市中，若对现有城市部件进行算力赋能改造，理

论上可新增数十亿次浮点运算能力的算力供给。例如，在巴塞罗那市民只需下载专门的 APP，就能将手机的部分闲置算力贡献出来，助力城市环境监测数据的处理。到 2035 年，社会算力需求将比 2025 年增长 10 万倍，每个企业、每个人、每个城市部件都将被 AI 充分赋能。

各种形态的算力调度离不开无损智能网络，通过底层光传输技术的超低误码率设计与动态路由冗余机制，确保数据在跨节点流转时零丢包、无延迟，为远程算力调度构建起高速且可靠的数字通道。依托 AI 算法实时感知全网算力负载、链路状态与业务需求实现智能调优。到 2035 年，庞大算力网络生态将逐步成型，城市算力网覆盖率将大于 99%。基于完善的城市算力网络，远程算力将实现全场景“本地”推理。城市各类应用建设和运行时，无需关心算力来自何处，且几乎感受不到算力的远程调用过程，真正做到“算力随需流动”无感使用。

未来场景：全域智感，精准把握城市脉搏

1. 多功能复合材料纳米传感，赋能韧性城市的“神经末梢”

可持续发展已经成为城市演进的核心命题，城市的扩张使城市仍面临能源消耗增加、环境污染加剧等挑战。以一座典型的千万级人口规模城市为例，若其广泛部署各类传感器用于城市管理、环境监测、交通疏导等场景，保守估计仅传感器设备每年消耗的电量就高达数十亿千瓦时，产生的碳排放量可达千万吨级别^[54]，城市急需兼具节能与环保特性的新型技术。

多功能复合材料纳米传感技术凭借其半导体纳米颗粒吸收可见光、动能热能转换电能的特性，能显著降低设备能耗，满足城市对能源高效利用的需求，生物可降解聚合物基体的应用，可从根源上解决传感器废弃后的污染问题，契

合城市对绿色生态的迫切要求。中国农科院研发出全球首套面源污染智能监测系统，发明了系列多功能传感材料，实现污染物高效捕获、动态富集与高灵敏识别，材料稳定性较传统吸附剂提升 5 倍以上，预警准确率达 90% 以上^[55]。

随着制造工艺成熟化、应用领域场景化，多功能复合材料纳米传感技术将实现城市各领域的实时监测和数据分析，促进城市各系统之间的互联互通和数据共享，提高城市运行效率和管理水平，助力实现城市的可持续发展，为居民创造更便捷、舒适、安全的生活环境。

2. 万物智能感知、全城自愈，向自主进化跃迁

城市中海量的人口流动、复杂的交通状况、繁杂的基础设施运维，都亟需高效且智能的管理模式。传统依赖人工巡检与滞后数据反馈的管理手段，已难以满足城市实时、精准治理的需求，城市对万物智能感知、城市能“自愈”的渴望愈发强烈。

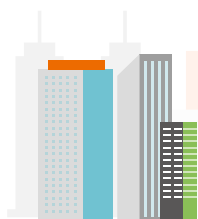
城市在面临突发性破坏性打击时，仍然显现出难以想象的脆弱性，“韧性城市”成为全球一线特大城市的共同战略选择。日本东京在桥梁、建筑物和地下管道等基础设施上安装了大量传感器，实时监测其结构健康状况，如产生变化将发出预警，相关部门可迅速采取维护措施^[56]。英国伦敦推行了智能能源感知项目，通过安装智能电表等感知设备，实时监测居民和企业的用电情况，能够基于感知数据迅速做出响应，调整电力供应策略，保障城市电力供应的稳定性^[57]。未来，借助先进的传感器技术与通信协议，新部署的智能设备能在接入城市网络的瞬间，自动向管理系统报备自身型号、功能、位置等信息，并依据周边环境与已有设备情况，自主协商数据传输路径与任务分工。到 2035 年，全球物联网连接总数将达到 1 千亿，城市中的设备将具备更强大的自动探查与

自主连接能力，实现物联感知系统的自主智能，大幅筑牢城市安全基石，深度提升居民生活质感与幸福感。

未来场景：城市数字操作系统，盘活资源、赋能业务

城市数字操作系统整合城市云网资源、算力资源、算法资源、数据资源、组件资源和应用资源等，驱动智能决策与协同执行，将城市物理空间的运行逻辑转化为可计算、可演化的数字模型，推动城市从传统治理向智慧化、自适应发展跨越。例如，深圳市构建城市数字操作系统，全量、动态、精准管理数字资源，构建数字资源的统筹协调服务能力^[58]。韩国首尔 U-City 整合了全市的传感器网络、政务云平台、超算资源以及交通、能源、环境等多领域数据，形成统一的数字资源管理中枢^[59]。

城市数字操作系统，如同一个庞大而有序的“数字仓库”，打破城市行业 and 部门壁垒，通过统一的标准接口接入平台，实现城市数字资源的无缝共享与协同创新。城市数字操作系统正朝着自适应协同的高阶形态演进，“南向”根据需求变化，执行跨物理边界的资源编排、调度，例如，物联网设备密集上传数据时，系统会自动将边缘节点的算力资源优先调度至数据源头，同时联动云端存储资源完成备份，既避免了单节点过载，又通过资源的“流动式配置”确保响应效率。“北向”形成对应用的重构能力，深度理解并动态响应用户需求、组合和调用资源，按照人的意图动态组织人机交互界面，应用彻底剥离对物理硬件的依赖，以纯数字化的服务形态存在于云端资源池。例如，当城市管理者分析城市运行数据时，城市数字操作系统能根据其关注重点自动调取数据，并推荐优化方案，以最小认知负荷为原则，让技术自然嵌入决策流程。



结语

面向未来，面向充满期待的 2035，智能化正从分散的工具应用向协同化、共生化升级，将深度渗透城市肌理，推动城市从功能集合体成长为具有自进化智能生命体。城市以城市级 AGI 为蓝图、以数据大动脉为纽带、以智能基础设施为根基，实现智能化的代际跨越。到 2035 年，城市算力网覆盖率 99%，超级助理行业渗透率将达到 82%，全球数据交易市场规模达到 8120 亿美元。

下一个十年，城市升级为自我感知、自主智能、自驱进化的智能生命体，迈入全模型化、全价值化、全智能化的发展的新阶段。城市级 AGI 突破单一场景局限，依托智能体实现跨领域业务的智能交互与自主智能，让全模型化渗透至治理、服务、安全等领域；数据大动脉打破部门、层级壁垒，以流通催生数据资产价值，让全价值化成为城市发展新引擎；城市智能基础设施实现全域覆盖，为城市运行的自主决策与全局协同提供全面支撑，让全智能化成为城市运行的坚实保障，使城市真正成为承载美好生活、驱动文明进步的沃土。





与 AI 共生

让可持续发展成为
智能的本能



今天人工智能技术正在以前所未有的速度改变我们的个人、家庭和企业的各种场景，未来其必将是能够改变人类社会的核心驱动力。但是 AI 从数字世界走向物理世界，也将会对人类社会带来巨大的挑战：

（1）技术不平衡与数字鸿沟：智能化成果

可能集中在少数国家与企业，普惠不足会导致“AI 强国”与“AI 弱国”的新分化，甚至加剧社会不平等。

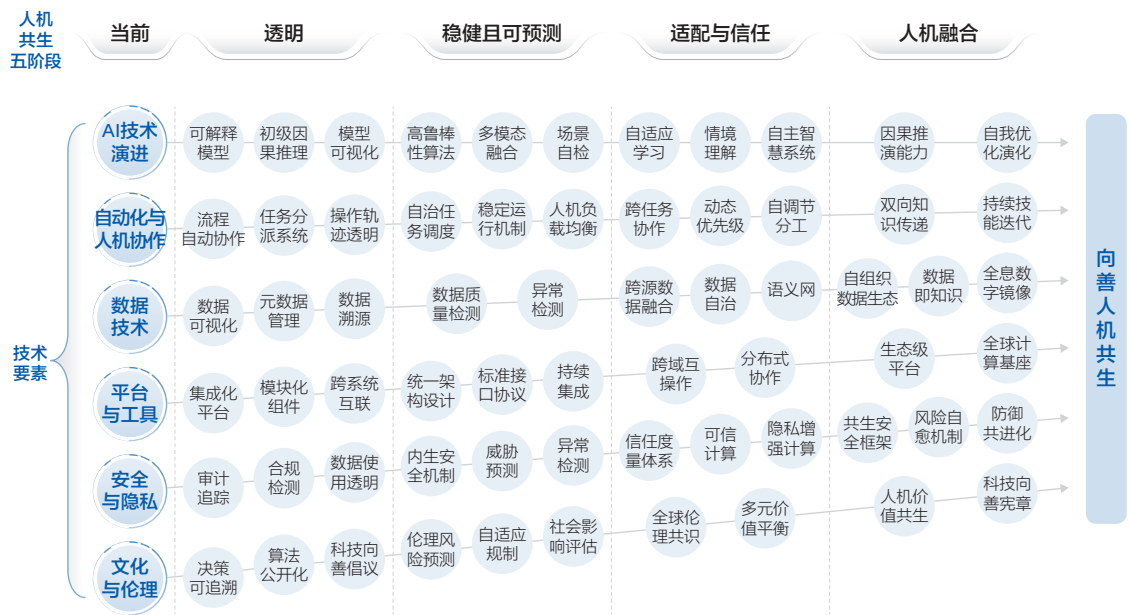
（2）伦理风险与价值对齐：智能体的决策逻辑当前缺乏透明性和可解释性。AI 向自主性演进时，如何确保价值观与人类一致是核心挑战。



(3) 安全挑战：万物互联的智能世界，AI 系统面临日益剧增的网络攻击风险，同时 AI 的加持也放大了对 AI 系统的攻击风险。

这些挑战的解决，关键在于找到技术的快

速演进与治理的相对滞后之间的平衡，这是一个系统工程。华为基于系统工程的理论体系，同时参考国际系统工程委员会（INCSE）提出的“人机共生五阶段”，提出了“向善的人机共生系统工程框架”，如下图：



向善的人机共生系统工程框架

► 遵从伦理和安全，以人为本推进 AI 向善

AI 伦理：将向善嵌入 AI 价值观

人工智能并非纯粹的技术产物，其背后蕴含着被嵌入其中的价值观。在发展初期，AI 伦理的核心重点是规避明显的有害行为与歧视现象，为技术应用划定底线与红线。随着 AI 技术能力的不断增强，其伦理要求进一步升级，必须实现可解释、可追溯、可问责，确保社会能够清晰理解并有效监管 AI 的决策过程。当 AI

具备一定自主性后，伦理框架中还需纳入价值对齐与文化包容的原则，避免因技术偏见或单一文化输出对多元社会造成冲击。最终，在人机共生的发展模式下，AI 需与人类共同构建一套智慧文明体系，并以此作为长远发展的精神内核。归根结底，AI 伦理的本质在于：让技术服务于人类，而非让技术凌驾于人类之上。

AI 安全（Cyber Security）：构建可信赖的 AI 系统

AI 安全是实现 AI 向善的基础，构建可信赖的 AI 系统涵盖 ICT 基础设施安全、单智能体安全以及多智能体协同安全三个核心要素，同时依托 AI 安全治理来保障。

ICT 基础设施安全

随着量子计算技术的日趋成熟，未来 ICT 基础设施必须全面基于抗量子密码算法构建安全体系。其中，核心的 ICT 基础设施需实现“算安一体”、“网安一体”、“能安一体”三大安全目标。算安一体是构建可信机密计算环境，达成“计算即机密”的安全效果；网安一体是保障智能计算单元间通信与数据流动的全链路安全，实现“通信即安全”；能安一体是实现能源供应的灵活调度与能源系统的安全可控，将功能安全（Safety）与网络安全（Security）



深度融合，为系统持续稳定运行提供底层安全支撑。

单智能体安全

单智能体安全需贯穿从模型训练到推理应用的全生命周期，覆盖数据安全、模型安全、内容安全、应用安全及运营运维安全等多个层面，为通用人工智能（AGI）与具身智能向可靠自主决策演进提供保障。每个智能体都应具备可信的身份标识与内容标识机制，确保其行为可审计、调用可追溯。针对新型网络安全威胁，还需发展 AI 驱动的主动安全防御体系，构建具备自适应与可持续演进的深度免疫机制。

多智能体协同安全

在未来人机共生的环境中，多智能体协同将成为主流应用形态。实现多智能体协同安全，除要求每个智能体具备可信身份标识外，还需保障多智能体间的通信安全与协同过程中的数据隐私安全。为此，需建立体系化的隐私保护、共识形成及冲突消解机制，解决多智能体协作中的数据隐私保护、协同决策效率与资源调度优化等关键问题，最终构建稳定、高效、可信的人机共生生态。

AI 安全治理

AI 安全依托全流程的安全治理，需建立完善的管理体系，提供系统化安全工程与技术，并融入研发到运营全生命周期流程活动中去，才能保障 AI 从模型训练到推理应用全流程的安全，在发展中治理，在治理中发展。

► AI 普惠弥合数字鸿沟，加速可持续发展



人工智能正以前所未有的速度重塑世界，技术的快速发展也带来了新的挑战：数字鸿沟加剧、区域发展不平衡、伦理风险凸显。面对这一挑战，全球共识正在快速凝聚。联合国《全球数字契约》^[60]、巴黎人工智能行动峰会共同声明^[61]等一系列文件共同为全球 AI 的发展描绘了清晰的蓝图：一个以人为本、包容、开放、可持续、公平、安全和可靠的数字未来。

联合国《全球数字契约》将弥合国家之间和国家内部的数字鸿沟、促进人人享有公平的

数字环境，视为实现可持续发展目标的基石。与此同时，巴黎人工智能行动峰会共同声明也呼吁发展包容、可持续的人工智能以造福人类和地球，将促进人工智能的可及性、减少数字鸿沟列为优先事项。

正如公路、铁路和通信网络是工业时代的基础设施，AI 将成为智能世界的基础设施。以人为本的 AI 普惠是确保技术红利共享、推动全球可持续发展的核心手段。

AI 普惠促进包容性增长

AI 普惠意味着让每个人——无论其种族、性别、地域、经济水平或教育背景——都能享受到 AI 技术带来的便利与机会。到 2035 年，AI 普惠不再是空泛的愿景，而将通过赋能教育、医疗和无障碍服务等场景，促进包容性的增长，实现可持续发展。比如 AI 定制化的学习体验、智能辅导系统和远程教育内容，有助于

增强弱势群体和偏远地区的学习资源和机会，缩小发展中国家的教育差距。AI 仿生假肢、脑机接口可帮助残障人士重新融入社会，具身智能养老机器人协助应对老龄化挑战。AI 加速新药研发进程、支持早期诊断和预防，加强临床决策支持系统，可为缺少医疗资源的偏远地区提供可负担的技术支持。

可持续 AI 驱动绿色发展

AI 发展对能源的巨量需求对地球资源造成了压力。只有将 AI 的能耗和环境影响纳入 AI 发展的考量因素，才能确保 AI 普惠真正发挥价值。因此，需通过开发更节能的 AI 算法和硬件、使用可再生能源、优化数据中心冷却系统等方式尽力降低人工智能对环境的影响。

与此同时，AI 可在全球绿色转型过程中发

挥重要作用。在能源方面，AI 可优化电网、提升可再生能源利用效率；在交通领域，AI 提升物流和交通效率，降低碳排放；在农业领域，AI 助力实现精准种植，节约水资源。此外，AI 还能助力环境监测、灾害预警，助力更高效、可持续地利用自然资源，进而更好地应对气候变化，最终实现人与自然的和谐发展。



AI 普惠需技术与治理双管齐下

AI 普惠的实现，需要技术与治理的“双管齐下”。一方面，在技术上注重 AI 的可及性和易用性。各方须共同努力弥合基础设施和技能上的鸿沟，让 AI 成为像水电一样的人人可享用的基础设施；并建立涵盖基础数字技能、专业技术培训和终身学习的教育体系，让人人会用 AI。另一方面，在 AI 治理过程中，需特别关注如何减少 AI 部署和应用过程中的性别、种族、语言等歧视和算法偏见，确保其利益公平惠及不同人群和地区。我们相信，通过促进伙伴关系、跨行业协作以及共享创新成果，可以加速

人工智能在全球范围内的普及，不让任何一个人在数字世界中掉队。

未来 AI 将深入千行万业、千家万户，只有当我们把普惠、伦理、安全内嵌到“向善的人机共生系统工程框架”的每一步，把 AI 向善作为发展方向而不是事后的补救，我们才能确保技术带来的是合作与进步，而不是风险与分裂。AI 向善不是 AI 的副产品，而是 AI 的核心目标。这既是人类与智能体和谐共生的前提，也是未来智能世界文明的道之所在！

相关引用

[1] Life expectancy projections
<https://ourworldindata.org/grapher/future-life-expectancy-projections?tab=table&time=2025..2035>

[2] Global Healthspan-Lifespan Gaps Among 183 World Health Organization Member States
<https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2827753?widget=personalizedcontent&previousarticle=0>

[3] Noncommunicable diseases
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

[4] Revision of World Population Prospects, <https://population.un.org/wpp/>

[5] Care Provider Targets Over a Million Visits in January, to Aid Government Promise to Cut NHS Wait Times
<https://www.businesswire.com/news/home/20230110005110/en/Cera-Care-Provider-Targets-Over-a-Million-Visits-in-January-to-Aid-Government-Promise-to-Cut-NHS-Wait-Times>

[6] Cera software rolled out across NHS
<https://healthcaretoday.com/article/cera-software-rolled-out-across-nhs>

[7] Genomic data in the All of Us Research Program, <https://www.nature.com/articles/s41586-023-06957-x>

[8] Imaging-guided bioresorbable acoustic hydrogel microrobots
<https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.adp3593>

[9] ElliQ in the News, <https://elliq.com/pages/press>

[10] Virtual wards and hospital at home
<https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/POST-PN-0744/POST-PN-0744.pdf>

[11] How AI Assists With Staffing, Scheduling and Once-Tedious Tasks
<https://consultqd.clevelandclinic.org/how-ai-assists-with-staffing-scheduling-and-once-tedious-tasks>

[12] Global Initiative on Digital Health
<https://www.who.int/publications/m/item/global-initiative-on-digital-health>

[13] UNESCO 《Global education monitoring report, 2024/5, Leadership in education: lead for learning》
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391406>

[14] UNESCO 《Global report on teachers: addressing teacher shortages and transforming the profession》
<https://www.unesco.org/en/articles/global-report-teachers-addressing-teacher-shortages-and-transforming-profession>

[15] 中国教育部 《2024 年全国教育事业发展统计公报》
http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/sjzl_fztjgb/202506/t20250611_1193760.html

- [16] OECD Class size and student-teacher ratios
<https://www.oecd.org/en/topics/class-size-and-student-teacher-ratios.html>
- [17] 中国《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见》
https://www.gov.cn/zhengce/content/202508/content_7037861.htm
- [18] UNESCO《Flexible strategies for ensuring quality learning outcomes in curriculum, pedagogy, and assessment in Asia-Pacific during the COVID-19 pandemic》
<https://www.unesco.org/en/articles/flexible-strategies-ensuring-quality-learning-outcomes-curriculum-pedagogy-and-assessment-asia>
- [19] UNESCO《Futures of Education》<https://www.unesco.org/en/futures-education>
- [20] Jerome Bruner《The Process of Education》
- [21] UNESCO《AI and education: guidance for policy-makers》
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709?posInSet=1&queryId=bb28fa42-59e2-4777-8010-3f9f6dc8582f>
- [22] arXiv (2023)《The Art of SOCRATIC QUESTIONING: Recursive Thinking with Large Language Models》
<https://arxiv.org/pdf/2305.14999>
- [23] arXiv《Enhancing Critical Thinking in Education by means of a Socratic Chatbot》
<https://arxiv.org/abs/2409.05511>
- [24] 北京师范大学《人机协同教学：基于虚拟化身、数字孪生和教育机器人场景的路径设计》
<https://openedu.sou.edu.cn/upload/qikanfile/202311231142207081.pdf>
- [25] 斯坦福大学《AI-Driven Virtual Teacher for Enhanced Educational Efficiency: Leveraging Large Pretrain Models for Autonomous Error Analysis and Correction》
<https://scale.stanford.edu/genai/repository/ai-driven-virtual-teacher-enhanced-educational-efficiency-leveraging-large>
- [26] 麦肯锡《How artificial intelligence will impact K-12 teachers》
<https://www.mckinsey.com/industries/education/our-insights/how-artificial-intelligence-will-impact-k-12-teachers>
- [27] 密歇根学院《Ross School part of Virtual Teaching Assistant pilot program》
<https://record.umich.edu/articles/ross-school-part-of-virtual-teaching-assistant-pilot-program/>
- [28] 凯文·凯利《2049 未来 10000 天的可能》

- [29] ITIF 《The Promise of Immersive Learning: Augmented and Virtual Reality’ s Potential in Education》
<https://itif.org/publications/2021/08/30/promise-immersive-learning-augmented-and-virtual-reality-potential/>
- [30] Microsoft 《Immersive Experiences in Education》 P4
https://www.microsoft.com/en-us/education/msdownloads/MicrosoftEducation_Immersive_Experiences_Education_2019.pdf
- [31] 《2025 年世界粮食安全和营养状况》
- [32] 北京大学光华管理学院研究简报《2035 城市发展新格局》
- [33] <https://www.iotworld.com.cn/html/News/202411/402c54c47175fa45.shtml>
- [34] https://www.sohu.com/a/906561832_121106854
- [35] https://www.digitalchina.gov.cn/2024/xwzx/szcx/202412/t20241225_4950901.htm
- [36] https://www.toutiao.com/article/7521673663268995584/?upstream_biz=doubao&source=m_redirect
- [37] https://www.sohu.com/a/559484583_120624328
- [38] <https://zhuanlan.zhihu.com/p/599852973>
- [39] 国内外典型地铁火灾事故案例分析及预防措施
- [40] <https://www.cnblogs.com/EasyDarwin/p/18535144>
- [41] 中国气象局 https://www.cma.gov.cn/2011xwzx/2011xqkj/qxkjgjyq/201905/t20190530_525986.html
- [42] 数字全球化的战略博弈态势及中国应对
- [43] 《全球数字经济白皮书（2024 年）》
- [44] Data Spaces Radar 数据空间案例
- [45] 城市全域数字化转型典型案例集之二十一
- [46] 工业和信息化部信息通信发展司
- [47] <https://tech.sina.cn/2020-05-31/detail-iirczymk4545539.d.html>
- [48] 华为《未来全光网络架构及关键技术设想》

- [49] https://www.toutiao.com/article/7389190027647713830/?upstream_biz=doubao&source=m_redirect
- [50] 新华网 https://www.xinhuanet.com/2023-11/14/c_1129973666.htm
- [51] 中国科学院 https://www.cas.cn/cm/201711/t20171124_4624257.shtml
- [52] Business Research Insights, Quantum Communication Market Report (2025 To 2033)
- [53] <https://juejin.cn/post/7506455412754546739>
- [54] 中国碳核算数据库
- [55] <https://iqstap.caas.cn/xwdt/kydt/64e19772408a418eaca7dcf3c854ccc1.htm>
- [56] https://www.sohu.com/a/636412648_121123925
- [57] 《Inside the UK’ s smart metering projects》
- [58] 《深圳市数字孪生先锋城市建设行动计划（2023）》
- [59] 韩国 U-City 计划白皮书
- [60] 联合国《全球数字契约》<https://www.un.org/zh/documents/treaty/A-RES-79-1-Annex-I>
- [61] 巴黎人工智能行动峰会共同声明
<https://www.elysee.fr/en/emmanuel-macron/2025/02/11/statement-on-inclusive-and-sustainable-artificial-intelligence-for-people-and-the-planet>

华为技术有限公司
深圳龙岗区坂田华为基地
电话: +86 755 28780808
邮编: 518129
www.huawei.com

商标声明

 HUAWEI, HUAWEI,  是华为技术有限公司商标或者注册商标, 在本手册中以及本手册描述的产品中, 出现的其它商标, 产品名称, 服务名称以及公司名称, 由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息, 包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素, 可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此, 本文档信息仅供参考, 不构成任何要约或承诺, 华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息, 恕不另行通知。

版权所有© 华为技术有限公司 2025。保留一切权利。
非经华为技术有限公司书面同意, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。