

《麻省理工科技评论》 2025 年“十大突破性技术”正式发布

作为全球最具影响力的科技智库之一，《麻省理工科技评论》凭借其独特的观察力和专业视角，始终站在科技创新的最前沿。为挖掘那些可能改变世界的创新技术，《麻省理工科技评论》自 2001 年开始评选“十大突破性技术”(10 Breakthrough Technologies)，关注的不仅仅是表面的技术进步，更希望发掘那些具有变革性潜力的科技突破。

在新发现频频登上头条、各大科技公司不断推陈出新的今天，要判断哪些突破能真正经得起时间考验殊为不易。正因如此，《麻省理工科技评论》每年都会精心编制这份榜单，并期待入选榜单的技术将在未来数十年持续塑造并影响世界。以下是其认为 2025 年有可能改变未来的最新重大进展。

1 小语言模型

重大意义：大语言模型释放了 AI 的强大潜力，而现在是小模型高效应用的时代

主要参与者：Allen Institute for Artificial Intelligence、Anthropic、谷歌、Meta、微软、OpenAI

成熟期：现在

不可否认，在人工智能领域，模型的规模至关重要。2020 年 OpenAI 推出的 GPT-3，是当时规模最大的语言模型。它的问世，直接推动了 AI 性能的飞跃，并引发了一场以更大规模为向导的技术浪潮。正如 OpenAI 研究科学家 Noam Brown 在 2024 年 10 月 TED AI 旧金山会议 (The AI Conference About The Impact and Power of AI) 上所说：“过



2025 年“十大突破性技术”预测榜单

去五年人工智能领域的巨大进步可以用一个词概括：规模。”

然而，随着高端模型的边际收益逐渐减小，研究人员开始探索如何通过“小规模”实现“大突破”。在某些任务中，专注于特定数据集的小模型，性能可以媲美甚至超越更大的模型。这对希望在有限领域部署 AI 的企业来说无疑是好消息。如果你的需求是重复性较高的特定请求，那么并不需要整个互

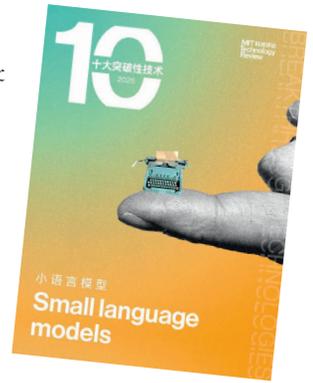
联网的数据来训练模型。

如今，大多数科技巨头都推出了其旗舰模型的小型版本。例如，OpenAI 提供了 GPT-4o 和 GPT-4o mini，谷歌 DeepMind 发布了 Gemini Ultra 和 Gemini Nano，Anthropic 的 Claude 3 分为大型的 Opus、中型的 Sonnet 和小型的 Haiku。此外，微软也在积极开发一系列名为 Phi 的小语言模型。

不仅如此，越来越多的小型企业也开始提供小模型。AI 初创公司 Writer 声称，其最新语言模型在许多关键指标上的表现与顶级大模型不相上下，而其参数量仅为后者的 1/20。这种效率优势让小模型

的训练和运行速度更快，也为企业提供了更加经济的选择。同时，这对环境也是一大福音：小模型所需的计算资源显著减少，因而能耗更低。

除此之外，小模型具备良好的便携性——它们可以直接在我们的设备上运行，无需依赖云端请求。小型化，正成为 AI 发展的新趋势。



2 Vera C. Rubin 天文台

重大意义：这座巨型望远镜配备了史上最大的天文数码相机，旨在快速、高效地拍摄大量照片，并持久保存

主要研究者：美国能源部 SLAC 国家加速器实验室 (SLAC National Accelerator Laboratory)、美国国家科学基金会

成熟期：6 个月后

当你仰望夜空时，不妨思考一下以下事实：我们能看到的物质仅占宇宙的约 5%。天文学家认为，暗能量和暗物质构成了剩余的 95%，但这些神秘物质究竟是什么？为了揭开这一谜团，以及其他宇宙未解之谜，一台以美国天文学家维拉·鲁宾 (Vera Rubin) 的名字命名的巨型望远镜将在智利开展探索。维拉·鲁宾在 20 世纪 70 年代到 80 年代观察到，在几十个螺旋星系的外部区域，恒星的运动速度比预期的更快。她的计算提供了暗物质存在的重要证据——一种我们无法直接观测但显然影响恒星轨迹和宇宙结构的物质。

Vera Rubin 天文台将以更高的精度继续这一研

究。它由 SLAC 国家加速器实验室和美国国家科学基金会共同运营，并将配备天文学领域迄今为止最大的数码相机。其首个任务是完成

“时空遗产巡天” (Legacy Survey of Space and Time)。天文学家将把这台巨型镜头对准南半球的星空，连续十年重复拍摄同一片天空区域。

到任务结束时，这台 3.2 亿像素的相机预计将记录 200 亿个星系，收集多达 60PB 的数据——当前美国国会图书馆存储量的三倍。通过使用专门的算法和超级计算机，这些图像将被整合为一个时间推移的天文视图。如此多的星系分布和形状信息将帮助科学家研究暗物质的引力效应，并创建迄今为止最详细的银河系三维地图。

如果一切顺利，这台望远镜将在 2025 年年中捕获其首张科学级图像，这一重要时刻被称为“首光” (first light)。不久之后，公众有望看到 Vera C. Rubin 天文台发布的首张照片。



3 长效 HIV 预防药物

重大意义：一种全新药物在预防 HIV 感染方面表现出极好的效果，且每年仅需注射两次

主要参与者：Gilead Sciences、GSK、ViiV Healthcare

成熟期：1 ~ 3 年

2024 年 6 月，一项关于预防 HIV 的新药试验结果公布，令人震惊。Lenacapavir 是一种每六个月注射一次的药物，在乌干达和南非的试验中成功保护了超过 5000 名女性和女孩免受 HIV 感染，其有效性达到了 100%。

由 Gilead 公司研发的这款药物具有多重优势。自 2012 年以来，我们已经有了有效的 HIV 暴露前预防（PrEP）药物，但这些药物需每日服用，或在有可能接触病毒前服用。这对健康人群来说负担较重。此外，因为这些药物也可以治疗感染，服用它们会带来一定的社会污名。对一些人来说，这些药物价格昂贵或难以获得。在 Lenacapavir 的临床试验中，研究人员发现，注射这种新药比每天服用 PrEP 药物的效果更好，这很可能是因为参与者未能每天坚持服药。

2021 年，美国食品药品监督管理局（FDA，Food and Drug Administration）批准了另一种名

为 Cabotegravir 的用于预防 HIV 的长效注射药物。这款药物由 ViiV Healthcare（主要由 GSK 控股）生产，需每两个月注射一次。但尽管需求巨大，其推广进展一直很缓慢。



科学家和社会活动人士希望 Lenacapavir 的情况会有所不同。目前，美国食品药品监督管理局仅批准将其用于治疗对其他药物产生抗药性的 HIV 患者。但 Gilead 已与多家制造商签署许可协议，计划在 120 个低收入国家生产用于预防 HIV 的仿制药。

2024 年 10 月，Gilead 宣布了 Lenacapavir 的更多试验结果，在超过 3200 名不同性别和性取向的参与者（包括顺性别同性恋者、双性恋男性、跨性别男性和女性，以及其他非二元性别者）参与的预防 HIV 感染试验中，其有效率达 96%。

联合国设定了一个雄心勃勃的目标：在 2030 年终结艾滋病。然而，目前全球每年仍有超过 100 万新增 HIV 感染病例。不过我们已经有了实现这一目标所需的药物。现在最需要的，是让这些药物能够真正惠及所有需要的人。

4 生成式 AI 搜索

重大意义：生成式 AI 正在重新定义互联网搜索，同时也能提升我们在手机上查找信息的效率

主要参与者：苹果、谷歌、Meta、微软、OpenAI、Perplexity

成熟期：现在

谷歌通过其 Gemini 语言模型推出的 AI 综述功能（AI Overviews），正在改变数十亿用户的互联网搜索体验。这一生成式搜索技术或许是迈向 AI 智能助理的第一步——一个能够解答所有问题并完成各种任务的未来工具。

与传统搜索结果提供一串链接不同，AI 综述直

接为用户提供简洁的答案，帮助用户快速获取洞见，无需反复点击多个来源。在 2024 年 5 月美国首发后，因一些不准确甚至荒谬的回答引发争议，谷歌对生成内容的来源做出限制，不再使用用户生成内容、讽刺或幽默网站的信息。

然而，生成式搜索的崛起并不仅限于谷歌。2024 年，微软和 OpenAI 也相继推出了类似的功能。同时，其应用场景不断扩展，现在 AI 辅助搜索可以在电脑和各种设备上分析图像、音频、视频，并提供定制化答案。

尽管竞争者不断加入，谷歌凭借其在全球搜索领域的主导地位，已将 AI 综述功能推广至超过 10 亿用户。这使得搜索体验更像是对话。谷歌和

OpenAI 均报告称，生成式搜索改变了用户与搜索引擎的交互方式——人们会提出更长的问题，并进行更多的追问。

这种 AI 技术的应用对在线广告和媒体行业影响深远。生成

式搜索往往在回答中总结在线新闻或文章的信息，这可能减少用户点击原始来源的意愿，削弱这些网站的广告收入。一些出版商和艺术家已针对 AI 模型的内容训练起诉相关公司，生成式搜索或将成为媒体与科技巨头之间新的争论焦点。



5 牛打嗝抑制剂

重大意义：一种能显著减少农业排放的牛饲料添加剂终于问世，为气候变化难题提供解决方案

主要参与者：Blue Ocean Barns、DSM-Firmenich、Rumin8、Symbrosia

成熟期：现在

奶牛打嗝，是导致气候变化的最棘手的问题之一，现在其解决方案终于取得了实质性进展。

牛在消化过程中会打嗝排出甲烷，羊和山羊也是如此。这种强效温室气体是畜牧业排放的最大来源。根据不同的分析，畜牧业排放占全球气候污染总量的 11% 至 20%。

随着全球人口的增长与财富的增加，汉堡、牛排、黄油、奶制品等食品的需求将持续增长，仅通过减少消费需求很难实质性降低排放。

于是，牛打嗝抑制剂应运而生。总部位于荷兰的 DSM-Firmenich 公司开发了一种名为 Bovaer 的饲料添加剂，据称可将奶牛的甲烷

排放减少 30%，对肉牛的减排效果更好。

其原理是抑制牛肠道中的一种酶，该酶通常将消化过程中产生的氢气和二氧化碳转化为牛打嗝时排出的甲烷。2024 年 5 月，美国食品药品监督管理局批准了该添加剂在美国的使用。目前，Bovaer 已在包括澳大利亚、巴西和欧盟成员国在内的 55 个国家上市。

与此同时，Blue Ocean Barns、Rumin8 和 Symbrosia 等初创公司正在研发以红海藻为原料的添加剂，这些产品可能进一步降低甲烷排放。其他



一些机构则通过尝试开发疫苗或改变牛肠道微生物群来寻求更持久的解决方案。

不过，现在还不清楚有多少农场主愿意为这些产品买单。根据Bovaer美国营销方Elanco的说法，使用该产品的农场主可以获得温室气体信用额度，一些公司会在自愿碳市场购买这些信用额度，以此来减少其企业的碳足迹。同时，Rumin8公司表示，使用其添加剂的牛群可提供更多的肉类和奶

制品。

当然，这些添加剂并不能解决全部问题。畜牧业还需采取其他重大措施，例如停止对吸碳森林的侵占，来减少其气候排放。此外，要真正减少需求，食品公司需开发更好、更便宜、更环保的替代产品，包括植物汉堡和奶制品等。

尽管如此，牛打嗝抑制剂已被视为解决这一重大气候难题的重要一步。

6 清洁航空燃料

重大意义：工业废料、二氧化碳有望变身环保航空燃料，大幅降低排放

主要参与者：Gevo、LanzaJet、Montana Renewables、Neste、World Energy

成熟期：现在

2024年，全球航空业消耗了约1000亿加仑喷气燃料，其中环保燃料仅占0.5%。不过，这一局面将发生改变。

数据显示，航空业的温室气体排放约占全球温室气体排放量的4%，而新型替代燃料有望大幅减少航空排放。新型燃料可以使用包括餐饮业的废油、农作物秸秆、工业废料，以及从空气中捕获二氧化碳等在内的原料制成。根据不同原料，它们可以将碳排放量减少一半或几乎完全消除。更重要的是，现有飞机无需改装就能使用这些燃料，这意味着减排效果可以很快显现。

越来越多的政府也开始重视这一领域，通过立法要求航空公司使用替代燃料，也称为可持续航空燃料（SAFs）。从2025年开始，欧盟和英国机场

使用的燃料中，替代燃料至少占2%。这一强制要求在未来几十年中将逐步提高，欧盟要求到2050年达到70%。

目前市面上的可用替代燃料主要来自废油脂。Montana Renewables最近获得了美国能源部14.4亿美元的贷款支持，用于扩建生产设施。但废油脂的供应有限，难以满足未来需求。

幸运的是，其他技术路线也在快速发展。2024年初，LanzaJet建成了首个商业化乙醇制喷气燃料工厂，年产能达900万加仑。用二氧化碳制造的合成燃料虽然还未形成商业规模，但预计将为航空业提供新的选择。

该领域目前面临一个关键挑战是成本问题。当下，可持续航空燃料的平均价格是传统燃料的近三倍。随着更多企业进入这一领域，价格有望下降，但新型燃料的成本可能会更高。



7 快速学习的机器人

重大意义：人工智能让机器人学习新技能的速度大幅提升

主要参与者：Agility、亚马逊、Covariant、Robust、丰田研究院

成熟期：现在

生成式人工智能正在彻底改变机器人的训练方式，科幻小说里那种无所不能的机器人，似乎离我们越来越近了。

机器人与人工智能的渊源由来已久。多年来，机器人一直在用人工智能来探测障碍物。但最近几年，大语言模型的快速发展让机器人专家们看到了新的可能。

大语言模型可以“消化”海量的文字资料——从教科书到诗歌再到使用手册，然后根据需要生成新的内容。这种方法用在机器人身上似乎很有前景，但难度也不小。毕竟，生成文字是一回事，指导实体机器人完成复杂动作则是另一回事。

8 有效干细胞疗法

重大意义：干细胞或将成为治愈疾病的新希望

主要参与者：美国加州再生医学研究所、Neurona Therapeutics、Vertex 制药

成熟期：5年

25年前，科学家从体外受精的胚胎中分离出了强大的干细胞。这些细胞理论上能转化成人体任何组织细胞，人们因此看到了医疗革命的希望。想象一下：不管哪里出了问题，都能找到“替换零件”。

现在，研究人员终于在这个领域取得重大突破。他们找到了一种把各种数据相结合并转化为机器人能理解的信息的方法。以洗碗

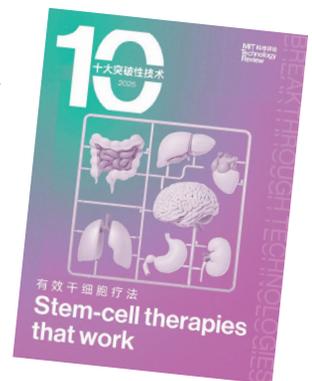
为例：可以让人戴上传感器收

集真实的洗碗动作数据，让人用机械臂远程操作收集示范数据，还可以从网上搜集大量人类洗碗的图片和视频，再把这些数据经过适当处理后输入人工智能模型，就能训练出一个比使用传统方法训练更具优势的机器人。学习了同一任务的多种完成方式，人工智能就能更好地随机应变，在现实环境中做出恰当的判断。

这一突破将彻底改变机器人的学习方式。一些仓储机器人已经开始采用这种先进的训练方法，从中积累的经验将为未来打造智能家用机器人奠定基础。

但干细胞的研究并不顺利。虽然科学家很快就找到了不使用胚胎培养干细胞的方法，但要让它们转化为真正有功能的成熟组织，难度却远超预期。

不过现在，干细胞的潜力终于要发挥出来了。以癫痫患者 Justin Graves 为例，他接受了实验室培



养的神经元移植，这些神经元经过特殊设计，能够抑制导致癫痫发作的大脑异常放电。

自2023年在加州大学圣地亚哥分校接受治疗以来，Graves的癫痫发作频率从原来的每天一次降到了现在的每周一次。“这是一个令人难以置信的改变，”他说，“我现在简直成了干细胞疗法的宣传者。”

这项由Neurona Therapeutics公司开展的癫痫试验还处于早期阶段，目前只有15名患者接受了治疗，但初步结果令人振奋。

2024年6月，另一项干细胞研究也取得了突破性进展。这次是针对1型糖尿病——一种曾被称

为青少年糖尿病的自身免疫疾病。患者的免疫系统会攻击胰腺中的β细胞，导致无法控制血糖水平，不得不靠每天做血糖检测和注射胰岛素来维持生命。

在这项由波士顿Vertex制药公司进行的持续研究中，一些接受实验室培养的β细胞移植的患者已经能够停止外源性胰岛素的使用。他们体内的新细胞能够在需要时自行分泌胰岛素。

不再有癫痫发作，不再需要注射胰岛素，这是患者们一直期待听到的消息。这意味着干细胞研究离“功能性治愈”已经很近了，患者的身体将能够重新获得自我调节能力，回归正常生活。

9 无人驾驶出租车

重大意义：一键叫车的无人驾驶汽车正在更多城市落地

主要参与者：百度、Cruise、小马智行、Waymo、Wayve、Zoox

成熟期：现在

如果你住在中国或美国的某些城市，你可能已经见过无人驾驶汽车接送乘客，也许你已亲身体验过。这与三年前相比是一个巨大的变化，当时这些服务还在摸索交通规则。而无人驾驶出租车很快就会在更多城市投入运营。

在中国的多个城市，乘客可以选择百度、安途（AutoX）、文远知行和小马智行等公司运营的无人驾驶出租车。这些公司都计划进军新加坡、中东和美国市场。

虽然无人驾驶汽车多年来一直在美国道路上收

集训练数据，积累了数百万英里的行驶里程，但直到最近公众才真正开始乘坐这些车辆。

谷歌母公司Alphabet旗下的

Waymo是美国行业的领军者。继在旧金山、洛杉矶和凤凰城推出无人驾驶出租车服务后，该公司计划通过与Uber合作在2025年初扩展到奥斯汀和亚特兰大。亚马逊旗下的Zoox计划2025年在美国拉斯维加斯向公众推出无人驾驶出租车服务，目前也在旧金山、奥斯汀和迈阿密进行试运营。英国初创公司Wayve正在适应靠右行驶，并开始在旧金山测试其技术。

但实现无人驾驶出租车还有很多问题要解决。在中国，无人驾驶出租车价格便宜，引发了约1000



万出租车司机的反对。在美国，通用汽车旗下的 Cruise 在 2023 年 10 月因一辆车撞到行人而暂停运营，最近才恢复车辆测试。特斯拉则需要证明其技术的可靠性并获得必要许可，才能实现 2025 年在加州和德克萨斯州推出无人驾驶网约车服务的计

划。

但这个行业仍在向前推进。越来越多的人开始体验无人驾驶出租车，并且越来越适应这项技术。预计主要参与者将把业务扩展到新的城市，并开始价格竞争。

10

绿色钢铁

重大意义：全球首座几乎零碳排放的工业规模钢铁厂正在瑞典建设

主要参与者：Boston Metal、LKAB、Midrex、Stegra

成熟期：1 年

一种使用可再生能源制氢生产钢铁的方法，有望帮助“清洁”这个占全球碳排放量 8% 的行业。

目前大多数钢铁仍然在煤基高炉中生产，每生产一吨钢铁就会排放约两吨甚至更多的二氧化碳。一种被称为直接还原法（direct reduction）的较新的商业技术，可使用天然气将铁矿石转化为铁（钢铁的关键成分），能减少约 40% 的排放。但这仍然会产生大量碳污染。

因此，多家公司正在开发使用可再生能源制氢与铁矿石反应生产铁的方法，这是钢铁生产过程中能耗最高、污染最严重的步骤。理论上，这些工艺可以实现接近零排放。

瑞典初创公司 Stegra（2024 年 9 月从 H2 Green Steel 更名）已筹集近 70 亿美元，在瑞典北部的博登建设这样一座工厂。工厂将使用风能和水电

混合供应的清洁电力，通过电解水制氢。工厂计划 2026 年投产，有望成为同类工厂中首个工业规模的运营设施。

钢铁制造商 SSAB、矿业公司 LKAB 和能源公司 Vattenfall 开发的 Hybrit 技术采用类似工艺生产绿色钢铁。LKAB 正在其铁矿场附近的耶利瓦勒建设一座工厂。不过，由于环境许可的问题，这些计划已经延期。

制造绿色钢铁还有另一种方法：通过在铁矿石和电解质混合物中通电，打破氧化铁的键，从而分离出纯化金属。如果使用清洁电力，这个过程的碳排放可以极低。Boston Metal 计划在 2026 年将其开发的这一技术商业化。

Stegra 工厂全面运营后，预计每年将生产 450 万吨钢铁，相对于全球每年数十亿公吨的产量来说只是九牛一毛。但它将证明生产钢铁可以不产生大量碳排放，而且希望使用绿色产品的客户愿意支付溢价，这将是整个行业绿色转型的良好开端。

