

高技术前沿

从“会聊天”到“会做事”——

物理AI来了

■郭宁

在今年中央广播电视总台春节联欢晚会上，机器人高密度登场，轮番献上精彩的节目。聚光灯下，台下观众直观地感受到，如今AI在真实物理世界中可触可感。从“会聊天”到“会做事”，AI机器人正在经历从“实验室”到“应用端”的关键转折。这背后，离不开人工智能技术发展的最新技术——物理AI。

在前不久举办的2026年美国拉斯维加斯消费电子展(CES)上，“物理AI”也被频频提及。作为国际消费电子领域的风向标，CES历来是观察前沿技术走向的重要窗口。与2025年热议的“AI智能体”相比，今年展会热议“物理AI”这一新词，折射出AI技术发展路径和产业关注重点的变化。

那么，什么是物理AI？它将带来哪些改变？未来发展前景如何？又面临哪些挑战？请看本期关注。

从一个著名的“倒挂”现象说起

当今社会，人工智能浪潮席卷千行百业，越来越融入人们的日常生活。从最早的搜索引擎和语音助手，到近几年的ChatGPT、DeepSeek等大语言模型，人们已经习惯于让AI“理解语言”“生成内容”。这些大模型应用可以写文章、画图，甚至编写程序。然而，当我们想让AI去做家务时，它大概率会手忙脚乱，甚至打翻杯子、撞上桌角。

这听起来很矛盾，却是人工智能领域一个著名的“倒挂”现象——“莫拉维克悖论”。

早在上世纪80年代，人工智能先驱汉斯·莫拉维克就发现：对人类来说，下围棋、解微积分很难，但对机器人来说可能很容易；而走路、抓东西这些人类不假思索就能完成的动作，对机器人而言却异常艰难。

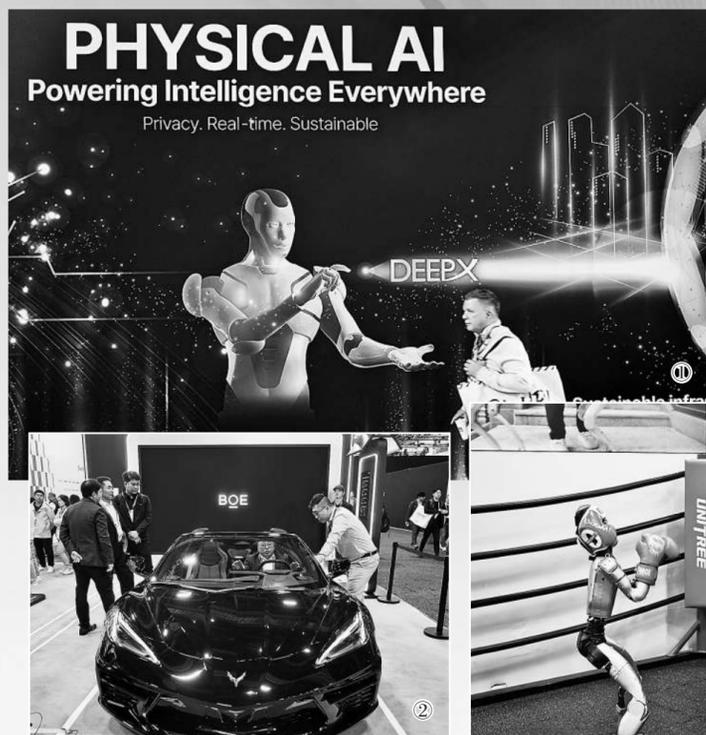
传统AI，本质上是个“脱体的大脑”。它或许能从海量数据中学习词语间的关联，用优美的语言描述“重力”，也能用数学符号写出物理定律公式，却不能发觉玻璃杯掉在地上会碎，也不会在意湿滑的地面容易让人摔倒。它在由0和1构成的数字世界里，无法感知也无法作用于我们这个充满摩擦力、惯性和不确定性的物理世界。

过去几十年，人工智能领域的发展也印证了这一点。1997年，“深蓝”大模型击败国际象棋冠军；2016年，AlphaGo大模型战胜围棋高手李世石；到了2023年，大模型能写论文、编程序、生成逼真图像……与之相对，在2025年举办的世界人形机器人运动会上，不少机器人仍频频摔倒，“洋相”频出。拧开瓶盖这一简单动作，对它们来说都是一场高难度挑战。

换句话说，过去的AI很会“说话”，却不擅长“做事”。在这一背景下，人工智能的又一技术前沿——物理AI技术迅速发展起来。

所谓“物理AI”，通俗地说，就是将AI与物理世界深度融合的人工智能技术。物理AI不再满足于只在屏幕里“纸上谈兵”，而要让机器人学会在真实世界里自如地行动和互动。从灵活奔跑的机器狗，到仓库里精准分拣包裹的机械臂，再到家用扫地机器人……它们的背后，都有物理AI技术应用的影子。

智谱AI公司创始人、清华大学教授唐杰表示，对话AI的范式基本接近尾声，将进入“做事AI”的阶段。



PHYSICAL AI Powering Intelligence Everywhere Privacy. Real-time. Sustainable

图①：2026年美国拉斯维加斯消费电子展上，一名男子走过印有“物理AI”字样的展台。

图②：2026年美国拉斯维加斯消费电子展上，人们在中国京东方集团展台参观。

图③：2026年美国拉斯维加斯消费电子展上，参观者与中国字机器人互动。

新华社发

能力边界从虚拟信息层跨越到真实行动层

换言之，物理AI是一种能够在现实世界中感知环境、理解物理规律、规划动作并执行复杂任务的智能系统。它的目标不是给出一个理论答案，而是完成一件具体的事——比如打开一扇门、搬运一个箱子，或是在崎岖的山路上稳健行走。

有人将AI发展分为4个阶段：初期的“感知AI”，能看能听；随后的“生成AI”，能够输出文字、图像等内容；“代理AI”，能够调用、组合不同的软件工具；现在的“物理AI”，能够理解现实世界并执行具体的操作任务。

与传统AI相比，物理AI最核心的特点在于拥有“身体”。它通过摄像头、激光雷达、触觉传感器等“感官”从真实世界获取信息，并通过电机、关节等“肢体”输出一系列物理动作。整个动作过程是一个“感知—思考—行动—再感知”的动态闭环。

与此同时，物理AI还具备强大的空间智能感知能力。物理AI不仅要识别物体，还要理解三维空间中物体的相对关系；这个花瓶放在桌子边缘，推一下会不会掉？那个箱子是纸做的还是铁做的，该用多大力气搬？

从这一角度来说，物理AI可以看作是具身智能与空间智能融合的应用范式。具身智能提供理论框架，空间智能提供实际执行任务的关键能力，物理AI将这些能力整合到现实可操作的系统中，最终落地为一个能干活的智能实体。

从虚拟信息层跨越到真实行动层，AI的能力边界不断拓展。一个日见清晰的技术拐点，正呈现在我们面前。

推开一扇通往真实世界的“门”

传统机器人往往是“死脑筋”，大多按照预设程序重复单一动作：走规

划好的线路、抓取预定位置的物体，以及跳固定动作的舞蹈等。一旦环境变化，它们就会束手无策。而应用物理AI系统的机器人，具有前所未有的灵活性和适应性，落地应用速度明显加快。

——工业制造更加高效。在制造领域，由于应用场景相对稳定，目前车间生产线上各类工业机器人已经开始大显身手。例如，特斯拉公司推出的焊接机器人借助物理AI辅助，焊接精度突破0.1毫米。位于四川绵阳的某企业车间，多台自主机器人灵活穿行、搬运周转箱，不仅避开障碍物，还会预判工人走动路线，主动让路，俨然一副“老员工”的样子。

——辅助医疗更加精准。在医疗领域，新一代手术机器人将不只是医生可有可无的帮手。它能实时分析人体组织的弹性、血流状况，并自动调整伤口缝合的力度。临床数据显示，搭载物理AI系统的达芬奇手术机器人，能让术中患者出血量减少40%；而用于超声穿刺的机器人，在经过虚拟器官模型训练后，操作失误率更是大幅下降。这些机器人正从饱受医生病历的分析工具，渐渐升级为具备精湛实操技术的“手术搭档”。

——自动驾驶更加可靠。在交通领域，自动驾驶汽车也将迎来重要飞跃。过去的智驾系统主要靠识别路标、车道线和四周车辆辅助司机决策。而物理AI则让汽车开始“理解”物理世界的动态规律，如判断路面是否结冰，预测汽车旁边电动车骑手的下一步动作，甚至与横穿马路的行人进行“眼神交流”式的意图沟通。例如，某汽车公司宣称，其融合物理AI的新一代智驾系统，实现了在复杂小路和车混行的场景下，平均接管里程提升了13倍。

——家政服务更加贴心。在家政领域，变化同样显著。物理AI让扫地机器人能辨认出地上的拖鞋、电线，主动绕行；面对瓷砖、木地板或地毯等不同材料地面的不同脏污程度，机器人能自动切换清扫模式。更令人惊喜的是，一些同时搭载机械臂的家政机器人，已经能够整理散落玩具、推轮椅送药，甚至协助老人起身。这些能力背后，是物理AI对家庭环境的三理解、对物体材质与重量的感知，以及对人类意图的推理。可以预见，未来的家政机器人功能将会越来越多，成为真正懂生活、会干活的“家庭帮手”。

走向全面深入应用仍面临诸多挑战

尽管物理AI应用前景令人激动，但其想要真正走进千行百业、走进千家万户，仍面临着诸多挑战。

首先是数据难题。训练一个能在马路上安全驾驶的AI汽车，物理AI系统要积累数百万公里的真实路测数据，才有可能涵盖各种突发情况，而这往往意味着高昂的训练成本；工厂里的机械臂也需要成千上万次试错，才能学会轻松释放精密零件。更麻烦的是，不同行业场景需要考虑的物理规律天差地别，例如，手术机器人和工业搬运机器人根本不能采用同一套数据训练。为了应对这一问题，专家们寄希望于合成数据（在虚拟世界中通过仿真技术生成的数据），或者在高度逼真的虚拟世界中训练AI，再迁移到现实世界中。

但这又将带来第2个风险挑战：“仿真世界”和“真实世界”的鸿沟。很多机器人在虚拟环境中被训练得像个“学霸”，可一放到现实里就“挂科”。比如，有的智能体在模拟环境中能轻而易举地抓一个苹果，但现实环境中，由于苹果表面可能有水珠、或者苹果形状不规则等，稍有动作偏差，苹果就会从机械手中滑落。如何缩小从仿真到现实的差距，也是AI工程师们未来重点攻关的课题。

此外，物理AI是一个高度复杂的系统工程，它不像大语言模型那样，依靠堆叠算力和数据就能提升能力。物理AI融合了人工智能、机械工程、信号传感处理等多个领域，任何一个环节的短板都会影响系统整体表现。

最后，安全问题也不容小觑。物理AI系统操控的是有质量、有力量的实体设备。一次错误的决策，就可能导致设备损坏、财产损失，甚至造成人身伤害。因此，未来物理AI要更加可靠。

面对汹涌而至的物理AI浪潮，一个共识正在形成：AI的未来，不再只是生成华丽的词藻和内容，更要真正进入世界、理解世界、改造世界。物理AI，正是破解“莫拉维克悖论”的钥匙，它正为那个曾经只会“思考”的大脑装上一双灵巧、可靠的手，推动人工智能发展步入一个崭新的阶段。

版式设计：孙鑫

论见

数据如何赋能未来智能化战场

■黄嫣艳 钟晓东

恩格斯曾指出：“一旦技术上的进步可以用于军事目的并且已经用于军事目的，它们便立刻几乎强制地，而且往往是违反指挥官的意志而引起作战方式上的改变甚至变革。”当前，随着人工智能、大数据等前沿技术的军事化应用，战争形态正加速向智能化方向演进。智能化战争是继冷兵器、热兵器与信息化战争之后的新型战争形态，是信息化战争的深度发展与形态跃升。

在冷兵器时代，战斗力的主要构成因素是人员和武器；在热兵器时代，战斗力的主要构成因素是兵力和火力；在信息时代，战斗力的主要构成因素是信息力和打击力；而在智能时代，算法和数据在战斗力构成中的决定性作用正在凸显，特别是数据，已不仅是信息记录符号，正跃升为驱动战争运行的新型战略资源。

——数据是智能化作战体系的“血液”。智能化战争的本质是算力、算法与数据的体系化对抗。如果说算力是战争的底座，算法是战争的引擎，那么数据就是不可或缺的燃料。在作战链路上，数据流动的速度决定了决策的速度，数据融合的广度决定了作战体系的厚度，数据挖掘的深度决定了打击的精度。数据如同血液一般，流淌在作战体系的每一个毛细血管中，维系着整个系统的生存与运转。

——数据是透视战争迷雾的“显微镜”。克劳塞维茨将战争的不确定性称为“战争迷雾”。战场态势不明、敌方意图难测、兵力动向不定等情况，常常让指挥员的作战指挥陷入被动。步入智能化战争时代，数据犹如透视战争迷雾的“显微镜”，将战场上杂乱无章的数据风暴转化为清晰透明的态势图谱，帮助指挥员从孤立事件中推断出敌人的作战意图，让知己知彼从理想变为可量化的现实。

——数据是算法模型进化的“训练场”。智能化战争的一个显著特征是“算法战”。而算法的智能化水平，直接取决于训练数据的质量与数量。无论是无人自主避障，还是指挥系统辅助决策，支撑它们运转的神经网络都需要在仿真环境和实战训练中，通过吞噬亿级数据样本实现迭代进化。从这个

角度来看，平时的数据积累就是战时作战能力的储备，数据治理的水平直接决定了智能武器的水平。数据已不再是战争的副产品，而是战斗力生成的源头活水。

数据之于智能化战争，犹如石油之于工业时代，它早已超越信息载体属性，成为驱动战争机器高效运转的基础能源。未来战场上，谁掌握高质量数据资源，谁就能掌控算法训练、模型塑造、决策驱动的主主动权，在智能化战争博弈中抢占先机。

航天器遇到“太空垃圾”怎么办

■高化猛 薛勇

科学家聊宇宙

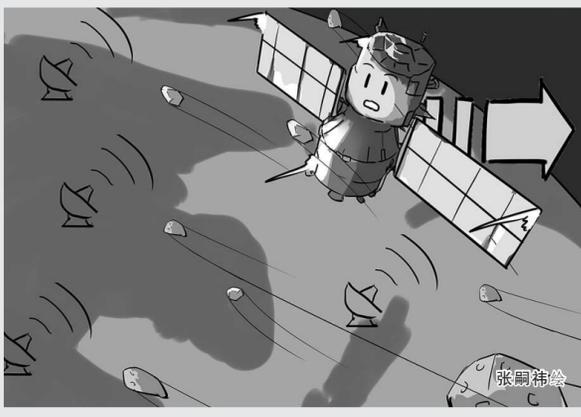
据新华社消息，1月26日，由沙特航天局主办的2026年空间碎片会议开幕，会议旨在提升国际社会对空间碎片风险的认知，与会各方人士呼吁国际社会共同应对空间碎片挑战。

太空中，漂浮的空间碎片以接近第一宇宙速度运行。毫米级或微米级大小的太空垃圾撞击航天器产生的累积效应，就足以导致航天器性能下降甚至功能失效，而厘米级以上大小的太空垃圾足以彻底损坏航天器。

如果这些太空垃圾穿过大气层，坠向地面，将对人类的安全构成威胁。“太空垃圾进入大气层的现象如今愈发频繁，去年几乎每天都有数颗卫星坠入地球大气层。”美国约翰斯·霍普金斯大学研究员本杰明·费尔南表示，燃烧的太空残骸坠落时，有时会产生有毒颗粒物，这些颗粒物随气象变化扩散至地球表面，损害人类身体健康。

那么，面对这些太空垃圾，我们该如何感知和应对呢？

——主动“闪避”防碰撞。虽然太空垃圾远在太空，但科学家可以通过陆基空间碎片感知、海基空间碎片感知、天基空间碎片感知等多种探测方式感知这些太空垃圾，确定它们的坐标、外形尺寸、速度、加速度、轨道参数等数据。



张鹏绘