



从数据驱动到智能发现 人工智能加速科研突破与行业变革

阅读提示

随着数据爆炸、算力提升和算法优化,人工智能(AI)正深刻改变科学研究的范式,从传统经验驱动转向数据驱动的智能探索。AI在科研中不仅是海量数据的高效分析工具,还能通过深度学习模拟复杂系统,甚至自主生成科学假设,而石油化工等高复杂度行业成为AI落地的的重要试验田。AI贯穿勘探、生产、环保全链条,在资源开发、工艺优化、设备维护等环节赋能价值创造,实现精准决策与效率提升。然而,数据壁垒、算法偏见和能耗问题仍制约着AI的科研潜力。本版探讨AI赋能科研的现状、潜力与待解难题,敬请关注。

□西北大学信息科学与技术学院副院长
冯 筠

人工智能(AI),是让机器(以计算机为代表)能够模拟人类学习、理解、问题解决、决策制定,以及发挥创造力和自主性的技术。通常人工智能训练的过程需要大量规范数据来学习,因此,研究人员首先需要对数据进行采集、处理、标注和分析,进而设计人工智能算法,形成有价值的知识模型,以此为人类提供服务。所以数据、算力、算法是人工智能的三要素,其中算力主要取决于计算机的运算、存储、控制等硬件设备。人工智能模型的构建一般分为训练、推理两大环节。其中,数据与算力是模型训练的基础,算法是模型实现路径。近年来人工智能得以快速发展,主要得益于这三大要素的共同进步。

目前人工智能已形成一级学科,研究的子领域有机器学习、计算机视觉和深度学习等。其中机器学习是研究怎样使用计算机模拟实现人类学习活动的科学,是人工智能中最具智能特征、最前沿的研究领域之一;计算机视觉主要是让机器具备“看”的能力,使其能够理解、解释、处理视觉数据,并从中提取有用信息;深度学习是基于人工神经网络,尤其是多层神经网络,通过多层非线性变换,从原始数据中自动提取多级特征,适合处理复杂的高维数据,如图像、语音和文本。

颠覆传统:AI成为科学家的“超级助手”

科学研究的核心是探索未知,但传统方法受限于人力与工具。如今,AI通过三大要素——数据、算力、算法的协同突破,正重塑科研流程。

科学研究的核心在于探索未知,发现新现象并提出新理论。传统的科学研究方法依赖实验、观察和理论推导,这些过程往往耗时且受限于研究者的经验和技术水平。然而,随着数据量的激增、计算能力的提升及算法的不断优化,人工智能技术的引入为科学研究提供了全新的可能性。

在数据层面,现代科学研究通过实验和互联网等多源渠道,积累了大量的实验数据,这为模型的训练奠定了良好的基础。在算力方面,云计算、边缘计算和GPU等硬件技术的进步显著提升了处理大规模数据的能力,使得原本耗时数日甚至数月的运算任务可以在短时间内完成。与此同时,深度学习、强化学习等算法的不断优化,使得研究人员能够训练出更高效的模型,从复杂的数据中提取潜在规律,自动生成假设并验证新的科学理论。算法、算力和数据三要素的有机结合,不仅加快了科学发现的进程,也推动了科学研究从经验驱动向数据驱动、智能化探索的新范式转变。

AI利用机器学习和深度学习算法,可以从数据中自动提取关键信息、识别复杂的模式和异常。通过自然语言处理(NLP)技术,可以对文献进行自动化内容提取和知识图谱构建,从而为后续的科学发现打下基础;在天文、基因组学、气候变化等领域,AI能够迅速整理并分析数据,加速趋势识别与决策支持。比如在基因组学研究中,AI系统能对海量的基因序列数据进行模式识别,快速发现与疾病相关的

基因变异,为精准医疗和新药开发提供了数据支撑。

AI技术也可以构建高精度的数学模型,对复杂的物理、化学及生物过程进行仿真预测。借助深度神经网络和大数据技术,科学家能够模拟复杂系统的行为,并通过不断迭代优化模型参数,从而提高预测准确性。例如,最近DeepMind的AlphaFold利用深度学习预测蛋白质的三维结构,准确度接近研究人员的实验,这为结构生物学和药物研发提供了强大工具。

AI不仅是数据处理和预测的工具,也是推动科学创新的一大动力。在许多科学实验中,研究人员先提供一些新的研究假设、设计实验方案和整合跨学科知识,AI可以在推理的过程中发现人类专家可能忽略的问题。比如DeepMind与麻省理工学院的团队通过深度学习模型发现了全新抗生素Halicin,该分子与传统抗生素结构截然不同,这说明了AI在拓展药物化学空间、生成全新分子结构方面的潜力。

行业深探:AI驱动 石油化工行业精准高效 发展

作为高复杂度产业的代表,石油化工行业成为AI赋能的典型试验场,价值贯穿勘探、生产、环保全链条。

在石油化工领域,资源勘探与开发一直是重要环节。传统的地质勘探往往依赖大量的地震数据采集、井筒测井及现场实地调查,这些过程既费时又昂贵。而人工智能技术的引入,使得这些环节能够实现自动化和智能化,极大地提高了资源勘探的效率和准确性。AI能够整合和分析来自地震、地磁、重力、遥感及井筒数据等多源数据,利用深度学习算法对复杂的地下结构进行精准建模和预测。通过生成数字孪生模型(一种用于复制现实世界设备或系统的数字模型,这些模型可以用于监视、分析、模拟和控制实体设备),企业可以构建地下油气藏的虚拟模型,提前评估储层

特性和开采潜力,从而指导钻探和开发决策。此外,AI还可以应用于实时数据监控和预测性分析,优化钻井作业、降低风险,并提高开发效益。

石油化工生产过程复杂,涉及多步骤反应和严格工艺参数控制。AI技术可以利用历史工艺数据构建预测模型,对生产工艺进行优化。通过深度学习和强化学习算法,系统能够实时调整反应条件(如温度、压力、催化剂投加量等),以达到最大产率和最佳产品质量。此外,基于数据驱动的优化方法还可以发现传统工艺中未被注意到的细微关联,从而推动流程再造。企业可以引入AI平台,通过实时数据采集和模型预测,自动调控反应釜内的参数,从而提高反应转化率和产品纯度。

在石油化工生产中,设备的稳定运行至关重要。人工智能可以通过对传感器数据(如温度、振动、压力等)的实时监控,利用深度学习进行故障模式识别,实现设备状态监控和预测性维护。通过提前预警设备异常,企业可以安排有针对性的维修计划,减少停机时间和维修成本,保障生产安全和连续性。

环境保护和节能减排是石油化工企业必须面对的挑战。AI可以整合来自传感器、卫星遥感、在线监测设备等多源数据,对废气、废水、噪声等污染物进行实时监控和分析。通过预测模型,企业能够提前识别环境风险,优化能源使用,降低排放。同时,智能控制系统可以动态调整工艺参数,实现能耗最小化,从而推动绿色生产。

石油化工企业存在火灾、爆炸、泄漏等安全风险。AI技术在安全管理中的应用包括实时监测危险指标、风险预警和应急响应决策支持。通过多传感器数据融合,AI系统可以快速识别安全隐患,并通过模拟预测提供最佳应急方案,减少事故损失。此外,基于虚拟现实(VR)和仿真技术的培训系统可以提高员工的应急处理能力和安全意识。石油化工企业可以部署基于AI的安全监控平台,通过对温度、压力及气体浓度等数据实时分析,提前识别出设备异常,迅速启动应急预案,从而避免事故。

在新材料研发方面,人工智能通过虚

拟筛选、分子模拟和机器学习算法,帮助科研人员从海量分子结构中寻找具有特定性能的新型材料。AI可以预测催化剂、聚合物或高性能合金的性能,指导实验室合成,缩短新材料研发周期,并降低研发成本。利用生成模型,AI还能设计出全新的分子结构,探索传统方法难以触及的化学空间。

数字化转型是石油化工行业的重要发展方向。通过构建数字化平台,企业可以整合生产、设备、环境、安全等方面数据,利用AI技术进行全流程实时监控和优化决策。数字化平台不仅为管理层提供了可视化的运营仪表盘,还支持基于数据的智能决策,帮助企业优化生产计划、降低成本并提升整体竞争力。借助智能决策支持系统,企业能够在面对市场波动或突发事件时迅速做出反应,实现高效运营。

隐忧与博弈:AI科研 征程机遇与挑战并存

尽管前景广阔,AI与科研的融合仍面临数据、伦理与效能的深层矛盾。

近年来,智能设备的发展汇聚了大量数据,GPU等计算芯片的突破也提高了算力,因此,数据驱动的深度学习方法已成为人工智能成为核心技术。生成对抗网络(GAN)、循环神经网络(RNN)、长短期记忆网络(LSTM)及Transformer等新型网络架构,广泛应用于图像生成、自然语言处理、语音合成等任务。其中基于Transformer的模型(如GPT和BERT)让自然语言处理技术迈上一个台阶,掀起了以ChatGPT、DeepSeek为代表的新一代智能问答产品热潮。

总的来说,人工智能技术正处于高速发展阶段,从传统的“数据驱动”模式逐步向更高效、更智能、更具创意的方向的推理、问答演进,也更贴近人类智能。这些前沿技术不仅推动了各行各业的智能化转型,也带来了诸如人工智能安全、人工智能伦理等新的挑战。

人工智能在科学研究中展现出了巨大的潜力,但同时也面临着许多挑战。如数据质量和获取问题。当前,大多数AI模型高度依赖高质量的数据集,但在许多研究领域,数据往往存在不完整、噪声较多或格式不统一等问题,导致模型训练效果受限。并且不同学科之间的数据存在较大差异,如何实现跨领域数据的高效整合是现在各个企业均需快速处理的难题。众所周知,许多深度学习模型是作为“黑箱”运作,其内部决策过程难以解释,这降低了科研成果的透明度和可信度。现有的可解释性AI技术尚未完全成熟,难以对复杂科学问题提供充分的理论支持,进而影响研究者对结果的信任。

此外,AI模型的鲁棒性和泛化能力也是衡量模型的重要标准。有的模型在特定数据集上表现优异,但在跨领域或复杂系统中往往容易出现过拟合问题,难以适应多变量、多尺度的科学现象。同时,AI在实验设计、结果预测和数据分析过程中,往往依赖大量计算资源,这不仅导致高昂的计算成本,还带来了能耗和环保问题。伦理和社会层面上,自动化科研带来的学术诚信、成果评审以及知识产权等问题也日益受到关注,如何在确保科学发现效率的同时维护学术公正与透明,也是研究者当前面临的重要挑战。

专家视点

数智技术 激活传统能源

□中国石油学会副理事长兼秘书长 李俊军

近年来,在全球范围内以人工智能、大模型、生成式AI为代表的新一代数智技术迅猛发展,重大前沿成果不断涌现,科技创新和产业变革的底层逻辑正在深刻重构,为石油石化等传统行业转型升级、培育新质生产力提供了难得的机遇。

习近平总书记强调,加快数字中国建设,就是要适应我国发展新方位,全面贯彻新发展理念,以信息化培育新动能,用新动能推动新发展,以新发展创造新辉煌。中共中央、国务院印发的《数字中国建设整体布局规划》中明确指出,数字中国建设按照“2522”的整体框架进行布局,即夯实数字基础设施和数据资源体系“两大基础”,推进数字技术与经济、政治、文化、社会、生态文明建设“五位一体”深度融合,强化数字技术创新体系和数字安全屏障“两大能力”,优化数字化发展国内国际“两个环境”。国家能源局在《2025年能源工作指导意见》中强调,要积极运用数字技术、绿色技术,推进现代化能源产业体系建设。推动数字技术与实体经济深度融合,赋能传统产业数字化智能化转型升级,是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择。

2024年中央经济工作会议强调,以科技创新引领新质生产力发展,建设现代化产业体系,积极运用数字技术、绿色技术改造提升传统产业。我国石油石化行业以落实网络强国、数字中国建设为抓手,积极贯彻“人工智能+”行动部署,围绕能源绿色低碳转型需求全方位推进生产、经营、科研等领域数智化转型,为行业高质量发展注入新动能。

数智智能技术作为当前科技革命的核心引擎,正以磅礴之力重构全球政治博弈规则,重塑世界经济版图架构,改写国际竞争力力量对比,已然成为驱动人类文明迈向新纪元的关键变量与核心动能。当前,以人工智能技术为核心驱动力,协同5G高速通信、大数据深度挖掘与数字孪生经济映射等新一代信息技术集群,正全面重塑石油石化产业生态。以中国石油、中国石化、中国海油、国家管网、中国中化等为代表的能源央企,在推动生产经营优化、产品服务创新、商业模式升级等方面的数字化转型取得了实质性进展。在勘探开发环节,基于5G实时传输的地质数据经人工智能算法解析,结合数字孪生技术构建的地下三维模型,成功实现油气藏动态精准预测;炼化化工领域通过部署5G+工业物联网,整合生产全流程的海量数据,利用人工智能优化模型实现工艺智能调参,结合数字孪生系统进行虚拟仿真验证,高效推动生产效率提升;管网输送环节依托5G低时延特性,通过构建“大数据监测—人工智能预警—数字孪生推演”三位一体的智能运维体系,泄漏检测响应速度显著提升;在产品销售端,融合5G+AI的智能客服系统与基于大数据的用户画像分析,配合数字孪生模拟的消费场景,促使营销精准度大幅提高。交叉科技领域的深度融合正加速石油石化行业智能化、数字化转型,为传统能源产业注入数字基因,在提升本质安全水平的同时,开创了高质量发展与产业升级的双赢局面,有力推动我国石油石化行业迈入“数智融合”的新发展阶段。



十建公司将数字化管理平台系统与智能焊接机器人互联互通。

田元武 摄