

# 人工智能：石油石化跟跑到领跑新机遇

■本报记者 李惠钰

2016年，由谷歌公司开发的阿尔法狗(AlphaGo)在一场围棋人机大战中获胜，这只特别的“狗”迅速让人工智能(AI)这一概念火遍全球，如今，AI的触角已经延伸到对大气粗的石油石化行业。

此前，全球顶级石油公司道达尔正式联姻谷歌，二者将联合发展AI技术，为石油、天然气的勘探开发提供全新的智能解决方案；石油巨头荷兰皇家壳牌也与微软公司扩大合作，在石油行业大规模推进AI的应用。

在石油行业纷纷拥抱AI的大背景下，在6月16日于京举行的第二届石油石化人工智能高端论坛上，中国石油大学分别与五季数据、金山云签署战略合作协议，在石油勘探、开发、化工、储运等数字化转型方面进行深度合作，并共建“石油石化人工智能研究中心”，为人工智能学院教学实训和科学研究提供平台。

五季数据董事长雷涛告诉《中国科学报》，双方将基于天云MaximAI人工智能平台提供的算法与算力，共同构建从智能地震速度分析、大数据油藏数值模拟到智能井位优选等智能生产、智能勘探、智能开发一系列石油行业落地场景，打造石油行业AI生态。

## 石化行业的AI探索

“原来计算机做不到，现在它做到了，这是对我们很有吸引力和创新的事情。”这是中国石化信息化管理部副主任李剑峰对AI的直观感受。

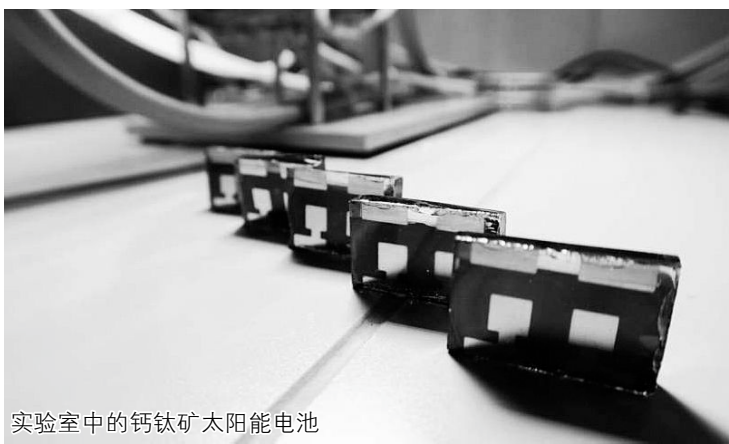
实际上，早在2012年，中国石化就提出了智慧石化的愿景，希望打造全产业链的智能企业。当AI铺天盖地地涌来时，中国石化也根据自己的项目做了各方面的AI试点，加强信息化建设和整体的顶层设计。

李剑峰表示，AI核心的技术主要有机器学习、自然语言处理、计算机视觉、机器人、传感器等方面。其中，计算机视觉在石油行业的应用比较多，比如当工作人员进入炼化的危险区域时，可以用于安全识别；炼厂里的摄像头，可以提前发现很小的火苗；原油泄漏之后温度发生变化，利用红外热敏发现图像并进行识别；在长输管线上一旦发现有人或车闯入会及时报警等等。

在机器学习方面，中国石化将其用于炼厂，产生的效益也很明显。“一个炉子，进料搭配合理的话，产出就高。想产生汽油还是柴油，也都可以控制，这个比例怎样调整，可以通过机器学习，基于建模然后分析。”李剑峰说。

另外，中化集团能源科技IT负责人刘辉指出，石化的炼化装置工艺非常复杂，或需经受高温高压，且易燃易爆，经常因为设备长时间运转，导致安全事故。比如造成泄漏、爆炸，特别是停车、停产导致经济损失和安全隐患，通过AI技术则可以定位设备的工况和趋势预警。

## 百叶窗



实验室中的钙钛矿太阳能电池

## 钙钛矿太阳能电池真实能效得以评估

金属卤化物钙钛矿被发现适合作为光伏材料仅有十年的时间。如今，钙钛矿太阳能电池已经发展到几乎和最好的传统硅电池一样高效。如果它们能够以印刷的方式简单、快速生产，将有很大希望成为高效、低成本的电池选择。

其通往商业化的过程中，主要的障碍来自于钙钛矿设备的稳定性。通常，主要通过实验室中持续的照明或者户外测试来评估钙钛矿装置在实际运作过程中的稳定性。第一种方法的缺点在于没有考虑到真实世界实际过程中辐照度和温度会随着昼夜和季节的变化而变化。基于钙钛矿太阳能电池响应时间很慢这一现状，这些因素显得尤为重要。

另一方面，户外测试要求设备密封封装，以避免其受到恶劣天气的影响。但是，封装主要解决寄生式故障机制，而这些机制不一定和钙钛矿材料本身相关。

为了免于这一困境，瑞士洛桑

联邦理工学院(EPFL)教授 Anders Hagfeldt 实验室的科学家 Wolfgang Tress 与 Michael Grätzel 实验室的同事一起，将现实世界的条件带入实验室的受控环境中。利用洛桑附近一个气象站的数据，他们复制了一年某些具体时间内真实世界的温度和辐照度曲线。通过这一方法，科学家们能够量化实际条件下钙钛矿太阳能电池的能源产量。“这是太阳能电池实际应用的最终决定因素。”Tress说。

这项近日发表在《自然—能源》杂志的研究成果发现，温度和辐照度的变化不会以任何戏剧性的方式影响钙钛矿太阳能电池的性能。虽然电池的效率在一天当中会有下降，但它在夜间恢复。

“该研究为在实际操作条件下评估钙钛矿太阳能电池的性能和可靠性提供了进一步的步骤。”Tress说。

(计红梅编译)

论文相关信息：<https://doi.org/10.1038/s41560-019-0400-8>



“我国石油勘探开发运用大数据、人工智能技术，从跟跑变并跑，再进一步发展为领跑。这是一个宏大的系统工程，需要产、学、研、管全行业的长期共同努力，才能够最终完成。”

“设备智能诊断系统用技防代替人防，以前需要人24小时监控，而AI技术则可以自动对设备进行预警，或发现故障进行报警。”刘辉告诉记者，利用AI技术可以提高设备故障检测的可靠性并提升效率，从而降低管理人员的知识储备要求。

中海油也试水AI并取得了很好的成效。中海油信息化部总经理王同良表示，中海油通过建设开发实时决策系统，构建起以井为中心、井场与基地多学科协同作战的信息系统平台，有效节省了钻井时间。另外，中海油通过建设海上无人平台，推动台风模式常态化，能够在台风到来时机器继续生产，从而保证产量。目前，中海油已经试点两座海上平台无人化改造，改造后每年仅操作费就可节省800万元。

## 直击油气勘探痛点

对油气田地质情况进行描述与分析，是油气勘探开发过程中最为重要，也是最有难度的环节之一。尽管目前石油行业已能借助电缆测井、三维地震、油藏模拟等技术描绘并分析油气田地质情况，但这一系列技术仍然存在很大缺陷。

在采集地质数据的过程中，很难保证数据不出现任何差错。用并不完美的数据建立的地质模型，始终存在误差。而若油气田的地质情况过于复杂，这种误差将使得工程师根本无法建立可用的油气田地质模型。

“地球物理是地质家的眼睛，跟医学的CT是一样的，是对地质结构进行成像。”中

国石化勘探专家董宁表示，“目前的目标越来越往深层，构造也越来越复杂，整个介质的非均质性也越来越强，而这些地质又是勘探开发的主要目标，如果地下的信号看不清，则将严重制约勘探开发的整体进程。”

中国石化物探技术研究院首席专家魏嘉也表示，对于整个油气勘探开发过程而言，需要在一个很复杂的地表环境下进行地震勘探，勘探的地质目标又具有复杂的构造。从储层角度来讲也是复杂的，有碳酸盐的储层、焦炭的储层，还有页岩气、煤层气等储层，同时在开发过程中又会产生复杂流体的变化。

“目前无论开发到什么程度，对地下开采而言总还有很多不到位的地方。以地震技术为代表的油气勘探技术，已经成为整个油气勘探开发的关键技术。”魏嘉说，地震处理的业务流程中还有很多的痛点和难点，这些痛点在于需要投入大量人力去做重复性、机械性的劳动，而且需要人去判断，还有可能出现判断不清楚的情况。

在这种情景下，AI为解决痛点提供了可能。AI技术能够基于“不完备”和“不完美”的数据进行处理，利用模糊逻辑处理地质勘探数据，做出靠人工难以实现的预测，从而更精细地描述油田地质模型。

五季数据公司总工程师沈磊表示，提高分辨率和储层分析，一直是石油行业关注的核心之处。五季数据使用宽频重构研究思路，通过深度学习，建立地层反射系数与地震数据映射关系模型，挖掘数据中隐藏的信息，在保真保幅的前提下，有效提高地震资

料分辨率，随着不断迭代，模型准确率越来越高，在信噪比基本不变的前提下提高地震分辨率。

“目前AI在地震时间域处理、深度域速度建模、地震成像、地震解释等方面都有不同程度的应用。”在董宁看来，AI能够助力地球物理实现跨越式的发展。“现在，数据在地球物理领域是爆炸式的增长，包括叠前、叠后的，有属性、时间域、多方位的等等，亟需人工智能从这些大数据中挖掘出有用的信息。”

## 抓住“弯道超车”的战略机遇

不过，油田开发工程师专家、中国工程院院士韩大匡指出，AI技术的发展在石油勘探应用方面仍处于起步阶段，不仅在中国，美国亦是如此。

“大型石油公司总体上来看还处于窥测技术方向、进行技术准备的阶段，还没有出现力度非常大、覆盖面非常广的重大技术进展。”韩大匡指出，在大数据技术应用发展方面，也还没有推出成熟的商业应用软件并进行较大规模的实际应用。而美国的大数据应用也主要集中于日常生产技术的改进，还没有着眼于主体技术的更新换代研究。

“从美国来看，虽然他们的石油勘探技术研发应用的工作比我们早，研究范围也比我们宽，研究单位、高校、服务的公司比我们多。但是，我们也有很多深度的研究，比如地震研究，我们已把大数据的应用深入到基本理论的更新，有的地方还要更深。”韩大匡认为，通过中美两国的对比可见，我国正面对一个千载难逢的“弯道超车”的战略机遇，这是机不可失、失不再来的，“我们必须抓住这个机遇，发展大数据、人工智能在石油产业的应用”。

“假如发展得好，我们将过去长期的跟跑变成并跑阶段。但不管怎样，美国的技术还是很深厚的，假如我们不抓紧的话，可能还要继续从并跑落后为跟跑。”韩大匡说。

为了实现弯道超车、走向领跑，中国工程院目前设立了重点咨询项目——“大数据驱动的油气勘探开发发展战略研究”，由中国工程院能源与矿业工程学部、信息学部和管理工程学部14位院士共同参与。

韩大匡指出，当前我国对陆相沉积地质的认识还很不充分，要实现石油勘探开发技术的升级换代，必须把课题设置集中在地质条件认识方面。根据该原则，中国工程院选定的5个课题分别为地震、钻井、测井、油藏描述与油藏工程一体化以及智慧油田和装备的健康管理，基本包括勘探开发的全过程。

韩大匡强调，我国石油勘探开发运用大数据、AI技术，从跟跑变并跑，再进一步发展为领跑。这是一个宏大的系统工程，需要产、学、研、管全行业的长期共同努力，才能够最终完成。

# 分解小区域 解决大问题

## 科学家提出区域城市综合能源系统设计新思路

■本报见习记者 程唯珈

可靠的能源供给是城市的命脉。无论我们生活在一个只有几百人的小镇还是有着千万人口的大城市，每天都需要依靠能源提供重要服务。能源供给建筑物供热、供电、照亮黑夜，为我们的办公室和工厂供能，为车辆提供燃料。即使在无法获取天然气和电力的非现代化城市中，动植物废弃物和生物质的供给对于满足供热和烹饪等日常需求也必不可少。

然而，随着城市化的推进，城市人口激增，使得城市成为能源的最大消费端。如何高效且经济地为城市供能，成为全人类应对气候变化的重要挑战。而这离不开能源学者的规划设计。

近日，厦门大学能源学院教授赵英汝课题组，联合英国帝国理工学院、新加坡国立大学等多家科研机构，提出“分层设计”思想，优化区域城市综合能源系统，相关成果发表在《应用能源》上。

## 难点重重的优化设计

近年来，城市能耗在全球终端能源消耗的占比逐年提升。截至2018年，城市建筑在终端能耗中的占比达到36%，相应的温室气体排放占能源总排放的39%。同时，人们生活水平的提高，进一步加速了城市能耗的上升。其中，城市建筑供冷与家用电器的能耗较2010年也分别上升了20%和18%。

然而，城市的能源需求增加并不一定是坏事，而是需要采用更加可持续、高效且经济的方式来供给。无论是节水、节电、节热，还是污染物排放降低，想要实现节能减排的目标，都需要对城市能源消费利用的终端体现——城市综合能源系统进行优化设计。

“如果把城市比作一台巨大的机器，维持这台机器高速稳定运转的核心就在于动力系统，城市综合能源系

统就是动力所在。”论文通讯作者赵英汝告诉《中国科学报》，综合能源系统通常指考虑源/网/荷/储的冷/热/气/电的复杂能源系统，它是现代化城市高效可靠运行发展的基础保证。

“通过城市综合能源系统，我们可以实现可再生能源的因地制宜、实现不同品位能源的梯级利用，能有效地提升能源转换效率、减少温室气体排放，且具备市场推广的经济性。”赵英汝说。

然而，一个区域级的城市综合能源系统通常涵盖几十到上百栋建筑，如何实现这种较大规模的城市综合能源系统的优化设计，在实际项目中和数学建模求解中都是难点。

赵英汝介绍，在时间尺度上，优化设计不仅要考虑整个系统全生命周期多年的运行状况，而且要求给出每栋建筑各种能源设备逐时的运行策略，因此考虑从“小时”到“年”的时间尺度跨越是一个难点。在空间尺度上，每栋建筑允许建设独立的综合能源系统，同时还可以通过能源网络互相结合，形成“能源互联网”，所以优化整个能源网络在空间上的拓扑结构也是一个难点。

“由于城市综合能源系统优化设计通常是针对能源系统未来10-20年甚至更久的使用情况，故存在天气条件的不确定性以及众多不同类型的建筑中各种能源需求的不确定性。因此，考虑多重不确定性的情况下，设计一个经济又可靠的综合能源系统又是一个难点。”她说。

面对重重难点，一场创新性的“头脑风暴”由此展开。

## 小区域分解大问题

论文第一作者，厦门大学能源学院

## 资讯

### 雄安新区首份地热资源勘查评价报告出炉

本报讯 近日，雄安新区首份地热资源的勘查评价报告出炉。

雄安新区是我国中东部地热资源开发利用条件最好的地区。为支撑服务雄安新区绿色低碳发展，依靠自然资源部中国地质调查局、河北雄安新区管理委员会、河北省自然资源厅、河北省地质矿产勘查开发局四方协调联动机制，中国地质调查局组织实施了雄安新区地热清洁能源调查评价，近日，率先完成了容东片区地热资源勘查，评价精度总体达到控制级别，可以作为该区域能源规划和地热矿权设置的基础科学依据。

勘查评价结果显示，一是容东片区深部水热型地热资源赋存条件较好，年可采量折合标准煤3.71万吨，供暖总能力约300万平方米。报告建议采用大区块集中采灌模式，合理布设井间距，科学开发深部地热资源。二是容东片区普遍适宜浅层地

热的开发利用，公共建筑、大型商业建筑和小型单体建筑供暖(制冷)可积极推广应用地源热泵供暖制冷。三是科学开发利用地热资源，采用“取热不取水、全封闭回灌”先进技术工艺，不会引起环境问题。四是可发挥地热资源易储存、可调节的优势，构建以地热能为基础的多元互补弹性供应系统，提高综合供能保证程度。五是建议加强地热资源监管能力建设，建立完善的地热资源开发利用动态监测网，支撑地热资源可持续发展。

据悉，下一步，自然资源部中国地质调查局将瞄准打造地热资源利用全球样板的目标，以探测深部地热资源开发的第二空间为重点，继续拓展雄安新区三大热田整装勘查和重点规划建设区地热资源评价，并进一步提出因地制宜的地热资源开发利用建议，支撑雄安新区能源规划和地热资源可持续高效开发。(冯丽妃)

### 中国石化青岛—南京输气管道工程启动

本报讯 6月18日，记者从中国石化新闻办获悉，中国石化青宁(青岛—南京)输气管道工程于6月14日正式开工建设。该项目将实现中国石化华北管网与川气东送管网的互联互通，极大提高我国中东部地区天然气资源灵活调度和市场保供能力。

青宁管道全长531公里，设计年输气量72亿立方米，北起中国石化青岛液化天然气(LNG)接收站，南至川气东送管道南京输气站，途经山东、江苏两省七地市15个县区，是国家确立的2019年天然气基础设施互联互通重点项目。项目预计2020年10月底全线贯通，达到投产供气条件。

据悉，青宁管道的建设将实现中国石化川气东送管道、山东和江苏省管网，青岛、天津LNG接收站、金坛、文96、文23储气库等关键设施的互联互通，形成我国东部沿海天然气大通道，可有效开展华北、华东两地天然气资源灵活调度和应急互保，提升我国东部沿海经济发达地区的能源安全保障水平。

据介绍，今年中国石化统筹优化天然气产供储销体系和市场布局，积极完善天然气管网建设，加快推进青岛、天津LNG接收站扩建和文23储气库等重点项目。今年1-5月，累计经营天然气192亿方，为供应区域内居民和工业用气提供了有效保障。(计红梅)

就是默认邻域内所有的建筑都通过同一个能源网络互联，只需要建设一套能源系统就能对该邻域内所有建筑进行供能。”景锐说。

因此，整个“分层设计”思想是将问题从“空间上”和“模型设计上”两个角度进行分解。

案例研究的结果表明，“分层设计”思想有效地降低了问题求解的难度，使得问题可以在普通个人电脑上求解。

“分布式”设计理念可比“集中式”理念进一步节约5%左右的年均成本。但是，“集中式”设计理念可在几分钟内完成求解，方便设计者随时调整，而“分布式”则需要花费超过1天的时间才能完成求解。这两种理念可供设计者根据实际情况需要选择使用。”景锐说。

此外，团队还考虑了不同负荷与天气条件下的多重不确定性，使得优化得出的设计方案更贴近实际情况。

## 城市区域开发新思路

据了解，此项研究填补了区域级能源系统优化设计方法研究上的不足，可为城市规划提供决策量化的依据，为实际项目的设计提供辅助设计方案。

其创新性的设计理念，不仅对于城市供能大有裨益，也为城市区域开发提供了新思路。

“在实际生活中，一个城市区域的开发也是分批逐步展开的，而非所有建筑同时盖起来。这与研究将‘大问题’分解为若干‘小问题’的‘分层设计’思想十分契合。”景锐介绍，在实际的城市开发项目中，也可将整个区域分解为若干个小邻域，同时团队提出的“分布式”和“集中式”两种设计理念亦可直接应用于指导设计，供决策者参考。

赵英汝表示，未来这一工作可继续扩大研究对象的范围，处理更大规模城市综合能源系统的优化设计问题。

“我们还发现，各楼宇间的能源负荷在时间上可能存在互补性，这对能源网络的建设有直接的补性，团队将进一步量化互补性对能源网络的影响。”赵英汝说。

论文相关信息：<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113424>