人工智能助核科技安全高效

郝强　童朴

热点追踪

人工智能已成为势不可挡的科技潮流。核工业作为我国高科技战略产业，正积极迎接新一轮科技变革，抓住人工智能向工业渗透融合的战略机遇期，积极推进智能化技术的研究和创新应用。

凭借出色的运营管理技术，我国岭澳核电站1号机组安全运行天数创世界新纪录——人工智能将为核电提供更多助力。这是岭澳核电站1号机组外景。（新华社发）

人工智能概念的提出和基础理论研究已有半个多世纪。近年来，随着大数据、互联网、物联网等信息技术的发展，人工智能进入蓬勃发展阶段，特别是以深度神经网络为代表的人工智能技术跨越了科学与应用的鸿沟，在图像分类、语音识别、人机对弈、无人驾驶等领域表现优异。

核科学与核技术诞生于上世纪物理学的黄金年代，并作为引领第三次科技革命的核心学科，为人类科技的整体进步提供了强大的驱动力。例如，芯片半导体的高纯度材料制备工艺，最早建立在核材料工艺基础上；World Wide Web，即我们用的www互联网，诞生于欧洲核子中心；各国超级计算机的研发，主要是出于核军工的需求；人工智能计算所依赖的底层数值求解库，大都由核相关实验室开发……

核工业作为战略基石行业，拥有大量顶尖科学家和实力雄厚的国家级实验室。在此轮人工智能热潮中，各大核相关实验室凭借其人才、计算资源、实验设施的优势，已经开展了很多人工智能方面的研究。例如美国的阿贡、橡树岭、爱达荷等核领域国家实验室，正在使用人工智能方法开展新型核材料研发、分子尺度物理现象模拟等工作。国内清华大学在核电厂状态智能诊断算法方面，也已经开展了多年研究。除基础研究外，国内核工业界也开展了一些智能应用研发工作，部分产品已基本成熟，具备工程应用的能力。

为核设施安全保驾

2018年，国家多个部门联合发布了《关于进一步加强核电运行安全管理的指导意见》，明确要求“推进信息化、智能化、大数据等新技术在核电运行安全管理中的应用”。国内各核电集团均已全面启动数字核电、智慧核电建设，国际上各核电强国也纷纷布局发力，智慧核电已成为世界各核电国家竞相争夺的新高地。国家核电重大专项战略咨询专家组组长、国际核能院院士张勤表示，核电站故障多数由小的常规故障引起，因操作人员不能在复杂工况下及时做出正确判断、采取正确措施，往往会导致严重事故发生。采用人工智能技术，可在复杂环境下及时发现故障工况，提前预报故障，及时诊断故障原因并预测故障发展，同时提供精准的应对措施建议，显著提高所有核电站的安全性和可用度。

大亚湾核电基地展厅内展示的大亚湾核电反应堆三重安全屏障，前沿科技助力核电为深圳贡献碧海蓝天。（新华社发）

在核电厂设备运行维护上，人工智能表现出色。核电厂有数十个系统，囊括上百个专业，设备众多，传统运行维护及检修需要耗费大量人力、物力。随着智能仪表广泛应用，大量设备状态信号被监测，形成核电运行大数据，配合智能算法，能够对设备状态进行快速预测和诊断。目前，国内相关设计院和业主都加大了核电智能运维方面的研发投入，并取得了一定进展。在核电关键设备故障诊断与预测方面，中国核动力研究设计院研发的反应堆远程智能诊断平台PRID，使用自主开发的智能诊断分析算法，对关键设备准确、及时开展智能诊断分析，提出运维策略，开创了信息化、一体化、智能化的核电关键设备运维新模式，可实现群堆状态下的反应堆关键设备智能诊断的可视化展示，对于关键设备诊断分析的质量和效率具有显著提高作用。

2018年11月，中国核能电力股份有限公司对外发布设备可靠性管理系统ERDB。大数据寿命预测是ERDB的亮点功能之一，通过对电厂设备各类数据的智能分析，数据的深度学习，可科学准确预测设备的劣化趋势，及时合理地为后续维修策略提供依据。ERDB系统集设备管理的数据、管理、经验为一体，不仅帮助电厂实现设备的智能化健康管理，更为电厂提供长期的可靠性提升方法与经验。

此外，智能人因工程表现可圈可点。安全是核工业的生命线。在引发核电各种事故的诸多因素中，人因失效是重要方面。考虑到人因的特点，将智能技术引入核电人因工程，可以有效提升核电安全运行水平。例如，核电厂先进控制室智能化人机接口系统，可使操作员快速准确获取信息，尽快排除故障，避免事故扩大，降低核电站风险；同时可以降低操作员诊断失误率，防止由于人因失误而带来的风险升级，使我国核安全管理水平与核电厂的安全水平有所提高。

以上所述应用大都是使用智能算法诊断或预测测量数据，体现出较多统计学特点。目前，智能方法正在与先进仿真技术相融合，即将统计模型与物理仿真结合。国内在该领域也开展了一定工作。例如在研究堆领域，中国原子能科学研究院研究发布了数字微堆系统，构建了一个虚拟数字反应堆集成开发环境，对安装、首次临界、运行、应用、退役和安全等开展全方位模拟仿真。据介绍，采用数字微堆系统后，新设计和建造一个微堆将显著缩短建设周期，节省建设投资，并可为用户提供数字化运行和维修培训及教学系统。

核科技应用走向智能化

核燃料元件既是核电站的能量源泉，又是保护核电安全的第一道屏障。智能制造可以有效避免和消除人因对产品质量造成的直接和间接影响，保证产品质量稳定性。例如，仅生产线端塞焊岗位中的上管、焊接、再上管动作，工人一天下来要重复3000多次，劳动强度大，极易出现失误。而智能制造不仅节省大量人力，更保障了产品质量可靠性。中核集团原子能公司通过引进国外先进装备和技术，在消化吸收基础上坚持自主创新，实现了芯块制备、燃料棒制造及组件生产线主要工序的自动化生产、物料的自动化转运和数据采集，正在重点推进智能化核燃料产业建设。

近年来，中核集团核四院与天山铀业致力于数字矿山探索，瞄准国际先进矿山技术和管理经验，不断提升自动化、信息化水平，初步建成了集工艺过程控制、生产场所实时监控、生产流程统一调度、应急管理综合指挥为一体的智能管理网络平台。特别是地浸采铀生产及管理过程中的矿山资源已实现四维动态管控，管理者可实时掌握资源状况，消除信息“孤岛”，实现了地浸矿山的可视化和数字化。目前，天山铀业的关键工艺数控化率已经达到80%以上，改善了资源利用率，降低了生产成本，提高了安全环保水平。

机器人与智能装备也是核工业智能化的重要方向。核电机器人可替代人潜入核电站拍摄传递图像，让人们更真切了解核电站内部真实状况，也可在高辐射区域代替人工开展一些特殊操作。例如，中国科学院自行研制的多功能水下智能检查机器人已先后为中核、中广核等多家单位提供支持。国家863计划“核反应堆专用机器人技术与应用”课题在广西防城港核电基地通过验收，研发出6款核电智能机器人。随着我国具备完全自主知识产权的三代核电技术“华龙一号”落地，将推动更多核电相关自主智能装备技术不断涌现。

深度学习图像识别技术在本轮人工智能热潮中取得了较大突破，已趋于成熟并得到广泛认可和应用。例如人脸识别、智能安防等。核领域也开展了一系列与深度图像识别技术相关的交叉研究。在医疗影像诊断方面，我国科研团队研发了核磁共振医学影像智能分析系统“阿尔法医生”，取得了比拟人类医生的诊断准确率，并大幅提升了诊断速度。在工业影像诊断领域，使用智能算法可以实现全天候、快速、高于人类准确率的核级焊缝X射线探伤识别应用。美国普渡大学采用深度图像智能识别技术，开发了堆内金属构件裂缝图像识别模块，能够对照相机拍摄的堆内构件照片进行分析，自动寻找裂缝，可有效减轻检测人员工作量，避免人因失误，保证核反应堆运行安全。

新技术值得期待

人工智能在核领域的一个新技术方向，是基础物理现象建模。核反应堆工程涉及多个学科，其中一些物理现象比较复杂，难以通过理论推导得到准确的通用基础模型。由此导致新型反应堆或换热器的设计仍然离不开热工实验，需要花费大量资金搭建实验装置。随着实验技术的进步，目前对于沸腾、流动等复杂现象能够开展更加精细的测量，得到大量数据。美国的科研团队正研究采用深度神经网络的技术分析海量实验数据，以建立适用性更广的热工水力学基础模型，从而减少新设计对于大型实验设施的依赖。

核反应堆的少人或无人值守智能运行也前景看好。目前，通过使用智能化技术，一些常规发电厂已经实现了少人值守，并在探索无人值守，这将有利于避免人因失误。与火电厂相比，核电厂的安全标准和要求非常高，进一步研究打造以无人监测、少人值守为目标的智慧核电运营模式，可有效提升核电运行安全水平。此外，对于未来太空、深海区域的核反应堆，因环境特殊性需要实现无人智能运行。目前，美国正在开发适用于火星等太空环境的核反应堆，智能运行是其中的关键技术。

对于人类而言，人工智能仍有很多需要探索的领域。由于安全是核工业的生命线，核领域通常会采用成熟可靠的技术，并且需要严格管理，这在一定程度上限制了人工智能在核领域的深度应用，更无法替代人类。但人工智能能够起到良好的辅助、支持作用，减少人因失误。随着人工智能研究的深入，相信核领域的智能化程度会越来越高，核工业的安全将更加有保障。

（作者单位：中国核科技信息与经济研究院）

天津大学又一项国际首创 柔性电子“印刷术”

元器件可溶于体内　成本降至百分之一

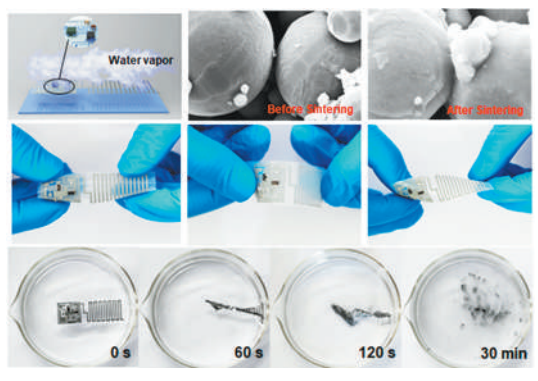
本报讯　记者武自然　商瑞、通讯员焦德芳报道：折叠屏手机淘汰报废可以无毒无害降解、植入身体的电子芯片到期自动溶于体内……柔性电子时代已向我们走来。近日，天津大学精仪学院黄显教授团队成功研发出“水致烧结”印刷术，在全球首次实现低能耗、低成本生产生物可吸收柔性电子元器件，有望成为柔性电子材料生产的革命性突破。

随着新技术发展，柔性电子设备越来越受到社会重视，这类设备在弯曲、折叠、扭转、压缩或拉伸条件下仍可工作，在能源、医疗、信息通信等领域拥有十分广阔的发展空间。

柔性电子印刷术是制造柔性电子设备的关键核心，其原理是利用精密印刷技术来制作电子器件或电路，将表达颜色的油墨换成具有电子功能的油墨，印刷在柔性基质上的图形就具有了电子功能。然而，柔性电子的印刷方式成本高，且易造成电路基底损伤。

天津大学精仪学院黄显教授团队国际首创的“水致烧结”柔性电子印刷术，无需传统高温、激光和高强度光脉冲方法，利用水蒸气即可在室温环境下制造柔性电子线路。特别值得一提的是，该方法生产的柔性电子元器件在常规使用条件下可以长期稳定工作，在特定湿度下可实现无毒害降解，具有良好的生物可吸收性，在生物医学领域具有广阔前景。

“新型柔性电子元器件的加工和处理技术为生物可吸收柔性电子设备大规模商业化生产带来便利”。黄显教授介绍，由于无需高昂设备，使用该技术大规模批量生产柔性电子元器件成本有望降至现有成本的百分之一。



水致烧结示意图和烧结前后对比，以及烧结后器件柔性展示和溶解特性。（资料图片）

无创冠脉核磁来了

向造影剂说再见

本报讯　记者吴佳佳报道：“无创冠脉核磁的最大优势在于无创，不需要打入造影剂，就能观察血管形态发育情况等，还可以观察心脏外形、心肌、内膜及瓣膜附属结构，心脏与周围组织关系有无异常，同时还能动态监测心脏各瓣膜活动情况、心肌收缩力，准确评估心肌活力。”近日，美年健康联合佳能医疗宣布，在全国率先引进无创冠脉核磁设备。中国医学科学院阜外医院主任医师倪新海教授表示，无创冠脉核磁带来了无创诊断筛查冠心病的新时代。

最新中国心血管健康指数（2019版）显示，我国每年死于心血管疾病的患者达350万人，心血管疾病发病率、残障率、死亡率持续攀升，已成为位居我国第一位的死亡原因。有效的冠心病常规保健检查已成为公众健康的重要需求。

然而，传统心脏检查通常采用心电图、冠状动脉CT、冠状动脉造影（DSA）等技术。“这些检查只能检测部分数据，而且在医学界被称为冠心病诊断‘金标准’的冠状动脉造影因使用碘制剂的造影剂，有可能造成人体过敏症状，严重时甚至会危及生命。”倪新海说，冠脉CT和冠脉DSA通常适用于发病时的检查诊断，并不适合用于预防人们冠脉风险的体检。在临床中，经常遇到一些患者经过冠脉CT或冠脉DSA检查后，显示冠状动脉存在狭窄的可能，但并不能确诊。而经过无创冠脉核磁检查，其实并未狭窄。“这不仅影响医生的诊断决策，还会给患者带来心理负担。”倪新海说。

佳能医疗副总裁戴勇介绍，心脏磁共振检查的最大挑战是心脏14个解剖面的定位问题，这直接影响心脏磁共振检查的时间、图像质量和检查成功率。而无创冠脉核磁采用全新3D定位导航系统，可一键解决心脏14个基本解剖轴面的定位问题。体检者仅需14秒的屏气扫描，即可自动完成心脏切面扫描，将整个心脏包括冠脉的检查时间节省50%以上，有效减少扫描时间，并提高了图像质量。

“此次，美年健康引进了30台佳能无创冠脉核磁，将投放北京、上海等27个主要城市，能有效避免体检过程中对人体产生伤害，并提升心脑血管疾病的检出率。”美年健康高级副总裁林琳表示。

图为无创冠脉核磁设备。本报记者　吴佳佳摄

“反网络黑产”有支防守卫队

本报记者　周　琳

盗刷信用卡的POS机、手机短信群发模拟器……这些“黑色”网络用品往往与电信诈骗、钓鱼网站、木马病毒等网络违法犯罪活动密切相关。

近年来，大数据、云计算与移动互联网日益普及和发展，在给大众生活带来更多便利的同时，也催生了“网络黑色产业链”，为国家、社会和公民财产安全带来巨大威胁。中国工商银行发布的《2018年银行业网络金融黑产风险分析报告》显示，截至2018年6月份，我国网络黑产造成的损失规模估计高达千亿元级别，几乎所有互联网平台都成为网络黑产攻击的对象。

怎样才能识别和打击网络黑产的攻击？国内有这样一支针对网络黑产攻击的“安全部队”——在京东数科，有一个专门保护用户财产、维护金融安全的“安全事务”团队，具有多名经验丰富的“反欺诈”专家，以及金融行业风险管理专家。这个职业化、专业化安全团队，携手警方严厉打击网络黑产犯罪，并基于自身技术能力不断升级京东白条风控体系水平，用风控高科技为用户筑起安全防守的“铜墙铁壁”。

经过多年不懈努力，京东数科“安全事务”团队配合全国警方打击网络黑产、欺诈、洗钱等违法犯罪活动，取得了丰硕成果。截至2019年7月，京东数科协助配合全国多地公安机关，打击电信网络诈骗、非法入侵计算机系统等各类案件90余起，其中不乏具有重大影响的案件。

京东数科的努力也获得了社会的认可。在近日举办的“弘扬正能量捍卫钱袋子——金融安全盾点赞榜”上，京东数科“安全事务”团队喜获“金盾团队”奖。

为保障用户金融安全、为移动支付保驾护航，京东数字科技自主研发了一系列金融智能风控产品和领先技术——其中，高科技产品“风控超脑”获得各方关注。它的厉害之处在于，从注册开始就能精密使用关系网络、知识图谱、神经网络等反欺诈算法，准确核验身份信息，避免账户伪冒开立，从而有效防范欺诈；到了账户登录环节，它又能运用生物探针、人脸识别等生物识别技术及时发现异常行为；在交易环节也能对各种异常行为实时检测，防范盗刷和交易欺诈问题，为用户提供全方位守护。在“风控超脑”的支持下，京东数字科技已实现对6.5亿用户的信用风险评估，有效助力旗下消费金融业务将欺诈损失率保持在百万分之一以下。

京东数科“安全事务”团队一方面在线下密切联合警方，共同对抗网络违法犯罪行为，另一方面在线上构建全方位风控管理体系，向金融机构输出自研的风控解决方案，将金融科技能力扩展到京东体系外。

一系列举措和配套机制的“多管齐下”，京东数科将形形色色的金融安全风险“拒之门外”，不断努力为广大金融用户营造一个安全、有序的网络环境。

本版编辑　郎　冰
联系邮箱　jjrbxzh@163.com