

人工智能“电荒”出路何在

■孙英杰



微型核反应堆设施效果图。

近年来,随着人工智能(AI)对能源需求的爆炸式增长,核能行业迎来发展拐点,特别是微型核反应堆成为关注焦点。2025年3月,谷歌宣布将在未来5年部署7座小型模块化核反应堆,为算力中心提供稳定的电力供应。同一时期,欧盟宣布组建微型核反应堆产业联盟,计划在2030年前后实现首批微型核反应堆的规模化部署。一系列举动表明,微型核反应堆为解决AI时代“电荒”难题的一条可行之策。

算力激增加剧“电荒”

近年来,AI大语言模型的出现为各行各业带来深层变革,不仅重塑产业形态,极大地提高了人们的工作效率,同时也对算力提出更高需求。目前看,AI大语言模型的性能提升遵循“扩展定律”,即用于模型训练的数据规模越大,模型性能提升越明显,但这也对支撑模型训练的电力供应提出更高要求。测算显示,万亿参数级大模型单次完整训练的耗电量,足以供应数万户家庭使用1个月;而一座大型算力中心的年耗电量,相当于一座中小型城市的用电规模。

如何满足AI时代不断增长的电力需求,成为各方关注的主要问题。传统的化石能源由于能量密度小、对环境污

染大、不可再生等短板,难以支撑算力中心对电力的庞大需求。风能、光伏等绿色清洁能源受天气、地域条件等制约明显,发电稳定性不足,无法提供算力中心不间断运行所需的可靠供电。

此外,电力配套设施建设滞后进一步加剧这一情况。从欧美多国的情况看,算力中心通常集中建在一些相对偏远的地区,区域输电容量不足阻碍电力供应。通常,一个算力中心的建设周期在6个月到一年时间,而输电扩容需要数年才能完成。这种“算力在前,电力在后”的局面,使得现有AI“电荒”问题更加突出。

微型核反应堆有望破局

核能的关键优势在于其能量密度

远超化石能源,比如1千克铀-235裂变释放的能量相当于2700吨标准煤燃烧,同时核能也是公认的绿色、清洁能源。然而,建设传统的大型核电站周期长、投资大,且部署缺乏灵活性,难以满足AI算力中心分布式、灵活扩容的电力供应需求。

微型核反应堆有望解决这一问题。根据国际原子能机构的定义,微型核反应堆通常指电功率不超过1.5万千瓦的反应堆,通过模块化方式生产组装,既能提供电力供应,又可以灵活部署,能精准适配AI算力中心的电力需求。

微型核反应堆的主要优势包括模块化生产部件、多场景部署和卸料周期长等。一是微型核反应堆可以在工厂制造,运往现场组装,有利于缩短建造

周期和减少土建成本,后期还可按需求实施扩容。二是离线部署场景多样化。不同于传统核电站的集中式特点,微型核反应堆部件设计模块化,在组装上更加灵活,可以满足分布式部署需求,还可以作为独立能源系统,为相对偏远的算力中心提供稳定的电力供应。三是卸料周期长。一般达10到30年,产生的乏燃料体积也远小于传统核电站,且易封装、运输和处置,具备较好的安全性。

当前,微型核反应堆的商业化研发部署在全球掀起热潮。2025年3月,美国能源部重启9亿美元资助计划,重点支持模块化小型轻水堆的商业化部署;谷歌、甲骨文、亚马逊等科技公司纷纷与核能公司签订协议,布局核能;英国为核能技术开发商提供资金支

持,目标是在2035年左右建成首座核电站;俄罗斯大力推动海上浮动核反应堆技术出口,已与乌兹别克斯坦签署首个陆上小堆出口协议,推进海外技术布局。

新能源的突破与挑战

微型核反应堆获得快速发展,在于其精准契合当前国际社会对电力供应、能源安全与气候治理等多重需求。

首先,破解AI算力扩张带来的“电荒”困境。随着大模型参数迈入万亿级规模,对电力的需求持续增长。国际能源署预测,到2030年全球数据中心的电力需求预计将增长一倍以上。而微型核反应堆凭借高能量密度、稳定供电和灵活部署等特性,将成为算力中心的“可靠电源”。

其次,筑牢国家能源安全屏障。当前,全球能源格局复杂多变,化石能源进口依赖度高的国家面临能源供应中断风险。核能作为本土可控的可再生清洁能源,可有效降低对进口化石能源的依赖,是更加安全可控的能源选项。

最后,绿色清洁助力气候治理。在全球变暖、生态环境保护的大背景下,多国设定节能减排的发展目标,核能作为低碳的绿色能源,微型核反应堆在全生命周期内的碳排放量远低于煤炭、天然气发电站,符合全球气候治理要求。

不过,当前微型核反应堆的商业化部署仍面临现实挑战。技术层面上,部分先进堆型的工程应用不够成熟,关键技术仍待突破,规模化推广的可靠性有待验证;监管层面上,国际上尚未形成统一的微型核反应堆安全标准,各国政策差异较大,部分国家对微型核反应堆的监管仍套用传统核电站标准;公众认知层面上,“谈核色变”的固有偏见仍然存在。尽管微型核反应堆的安全性已有较大提升,仍需通过各种途径建立公众对于核能利用的信任。

前沿技术

中企发布全球首款透雾成像无人机



UAV-P300无人机。

近日,在美国拉斯维加斯举办的国际消费电子展上,中国无人机企业正式发布全球首款融合人工智能(AI)与透雾成像技术的无人机UAV-P300。这款小型无人机仅重2千克,具备全天候作业能力,有望为搜救、安防和城市管理带来突破性解决方案。

据介绍,UAV-P300无人机搭载5000万像素的超高清镜头,支持4K全彩夜视与光学去雾功能,结合“光学+电子+AI”三重透雾技术,可在雨雾环境中将能见度提升50%,实现远距离高清拍摄。无人机内置激光测距仪、LiDAR传感系统与AI避障技术,并配备热成像模块,可精准识别异常热源,在搜救任务中快速定位被困人员。其IP55防护等级保障在粉尘、潮湿环境下稳定运行,甚至可在GPS受干扰时借助视觉定位技术自主作业。

未来,UAV-P300无人机主要用于复杂天气下的环境感知,包括灾情勘察、电力巡检、生态保护等,为应急响应提供支持。

英国开发抗电磁干扰型导弹



抗电磁干扰型战术导弹示意图。

据外媒报道,英国政府推动一项计划,拟在12个月内研制出一款具备先进抗电磁干扰能力的战术导弹。

据介绍,这款新型战术导弹射程将超过500千米,搭载200千克高爆炸头,可与M270“多管火箭系统”、M142“海马斯”发射车弹箱兼容,提升后勤便利与作战弹性。另外,该导弹还将具备电磁频谱作战能力,不仅能够识别复杂电磁、无卫星信号等环境下运作,还具备反制电子干扰与诱骗措施,发射后10分钟内可命中目标。一台发射车可同时搭载2枚该型导弹,在20分钟内进入阵地、完成发射并撤离阵地。

据报道,英国政府要求相关企业,在12个月内对这款战术导弹进行试射,相关研发进程值得关注。

意英联合研发联网军用车辆保护工具



带无线天线的联网军用车辆。

据外媒报道,由意大利和英国科研人员联合组成的研发团队,开发出一款自适应入侵检测工具LFT-IDS,用于识别和拦截恶意数据,使联网的军用车辆免遭网络攻击。

随着军用车辆联网程度不断提高,其内部系统运作依赖传感器采集的数据流。传感器的监测范围涵盖温度、胎压、位置和加速度等,同时也涉及对外数据交换。这种内部互联在提升车辆效率与自动化决策能力的同时,也带来了安全漏洞:一旦向网络输入被操纵或伪造数据,可能导致车辆出现危险行为,甚至破坏任务本身。在这种情况下,自适应入侵检测工具应运而生。

LFT-IDS能够在恶意数据入侵车辆控制系统之前,对其进行识别和拦截。该工具通过机器学习,熟悉传感器的“正常”行为模式,掌握温度读数、胎压、位置和加速度等,同时也有“力不从心”的时候:电池耗尽就成了负担,作战时缺少装甲防护。美军对其态度是边用边改,毕竟有了它的帮忙,士兵比以前轻松很多。

未来,这款保护工具主要用于应对传统网络安全手段难以识别的新型或未攻击类型,确保联网的军用车辆避免被攻击的风险。

(曲卫、宁国强)

以色列“铁束”激光武器正式服役

■蒋红磊

2025年12月底,以色列拉斐尔先进防御系统公司正式向以色列国防军交付首套作战型“铁束”高能激光防空系统。这套系统将作为“铁穹”防空系统的有效补充,纳入该国多层防空体系。

“铁束”系统由以色列国防部国防研究与开发局下属的研发单位牵头主导,拉斐尔公司作为主承包商,埃尔比特系统公司负责提供激光源。2022年10月,该系统在美国陆军协会年会上首次公开亮相。在近两年的巴以冲突中,其原型系统曾实战部署并成功拦截多个目标,积累了实战经验。2025年9月,该系统完成一系列最终测试,在不同模拟作战场景中成功拦截火箭弹、迫击炮弹、飞机和无人机等多种目标。同年12月,该系统正式进入量产阶段。

“铁束”系统是一款机动式高能激光武器,采用拉斐尔公司独有的“自适应光学”技术,通过动态调整激光束补偿大气扰动,在远距离上保持光束的稳定和精度。该系统并非依赖单一的高能激光束,而是发射许多小光束,通过算法引导和反馈,将能量逐步汇聚于目标上,最终实现毁伤效果。该系统配备一套光电瞄准与跟踪设备,具备较强的目标捕获、跟踪和指示能力,可拦截近

程火箭弹、迫击炮弹、无人机和巡飞弹等,单次发射成本不足10美元,理论上可以无限次拦截,能有效应对大规模、长时间空袭。

目前,“铁束”系统共有3个型号。“铁束-450”射程最远,拦截精度最高,具备广域覆盖、复杂场景中的拦截能力。“铁束-250”用于保护地面部队和战略要地,为前沿部队提供精确、高效的激光拦截手段。LITE BEAM是一种10千瓦级战术激光系统,主要用于对抗微型无人机和地面目标,可以与反无人机探测系统集成,从数百米到2000米距离上击毁目标。

服役后,“铁束”系统将作为“铁穹”防空系统协同作战。由同一指控系统根据威胁类型、距离等因素,智能分配由激光器还是拦截弹进行作战。“铁束”系统负责处理低成本威胁,将高性能拦截导弹节省下来,用来应对高价值目标。其防护等级达到IP55,可在中雨条件下正常运作,但武器效能或有所下降。

“铁束”系统的交付与部署,将影响以色列防空作战体系发展,使其对大规模火箭弹和无人机蜂群攻击的拦截更为有效,或将改变目前的攻防态势。



“铁束”高能激光防空系统。



步兵班的“搬运工”

■张诗宏

随着现代战场上士兵负重问题越来越严重,美军就有了“造一辆小车拉行李”的想法。上图中这款代号STEED的增强型静音战术手推车,虽然名字拗口但概念简单,说白了,就是给美军步兵班配一个“搬运工”。

STEED自重83千克,采用轻量化钢制框架,折叠起来可以塞进车厢,展开后能承载两三名成年男子的重量。其动力来自一块可更换的锂电池,一次充满电可支持行进45千米。行进速度可快可慢,快时能达到时速10千米左右,慢时跟得上步兵徒步。

另外,这辆手推车还能原地打转,可以在逼仄的楼道拐角或地下通道内灵活

转向。

STEED的最大特点是静音。以往美军装备的这类战术辅助车辆没有很好地解决发动机噪音问题,“轰鸣声在夜间能传到数千米以外”。STEED采用电动驱动系统,行进时噪声较小,在执行近距离渗透、侦察或城市夜间作战时,能有效降低噪声带来的暴露风险。此外,它还能被推着过河,能够在崎岖泥泞的山地、碎石路,甚至废墟残垣中轻松通过,基本解决了战场“最后一公里”的运输难题。

2019年,美军曾对STEED进行测试并发现,使用该车可大大降低美军士兵的体力消耗。2025年,美军又在演习

中检验该车的“移动充电宝”功能。是的,它不仅可以运输,还能给电台、夜视仪等单兵装备充电,解决“数字化”士兵面临的电量焦虑。

由此可见,STEED作为美军步兵班的“搬运工”,的确帮助士兵减轻了自身负重,有助提升战斗力。不过,它也有“力不从心”的时候:电池耗尽就成了负担,作战时缺少装甲防护。美军对其态度是边用边改,毕竟有了它的帮忙,士兵比以前轻松很多。

图文兵戈