

高技术前沿

清晨浏览新闻、工作调用AI工具、远距离视频通话……这些数字技术带来的便捷,背后有一个庞大而炽热的物理世界在支撑——数据中心。数据中心是数字时代的“心脏”与“大脑”,承载着海量用户的需求,支撑着庞大的数字经济体,是名副其实的“吞电巨兽”。

3%、在人工智能和5G技术的推动下,这一比例还在持续攀升。今年的政府工作报告提出,加快推动全面绿色转型。以碳达峰碳中和为牵引,协同推进降碳、减污、扩绿、增长,增强绿色发展动能。

为原子弹装上“心脏” 绿色计算为“吞电巨兽”节能

张鸿斌 刘雪涛



高效散热——从“吹电扇”到“精准控温”的技术跨越

电子设备对温度非常敏感。如果热量不能及时排走,设备持续在高温下运行,不仅会降低运算速度,还会产生更多能耗。

随着算力密度不断增加,传统风冷技术已经逼近物理上限。当单机柜功率超过40千瓦,风冷系统难以实现有效散热,液冷系统便成为更高效且可行的解决方案。

冷板式液冷如同为芯片贴上“退热贴”。带有精密微通道的金属冷板紧贴服务器CPU、GPU等核心发热部件,冷却液在封闭管道内循环带走热量,实现“精准散热”。

浸没式液冷则是一种更为激进的“降温方案”。将整套服务器主板完全浸没在绝缘的冷却液中,让芯片热量直接被液体吸收,然后通过冷却液循环将热量带走。

水平。液冷技术的另一大优势,在于能源的循环经济价值。通过能源的梯次利用,将冷却后的余热通过换热系统为周边供暖,实现“废热再利用”。

师法自然——借力地理优势实现自然冷却

绿色计算不仅依赖技术创新,更善于向自然借力。数据中心通过科学选址和合理设计,让自然环境成为“天然空调”,节省了大量机械制冷能耗。

我国内蒙古、黑龙江等地冬季漫长而寒冷,为数据中心提供了得天独厚的条件。通过引入过滤后的室外冷空气直接为机房降温,数据中心的自然冷却时长一年可达200天以上,显著降低了制冷能耗。

依水而建、利用天然冷源也是一种重要方式。青岛某数据中心选址于海边,通过管道引入冰冷的大海,经换热系统为数据中心降温后,升温的海水再通过专用管道回流海洋,全程不影响海洋生态。

此外,贵州、湖北等地的部分数据中心,利用深层地下水的恒温特性,通过地下水循环为服务器降温,既稳定又环保,完美适配当地的地理条件。

通过科学选址与自然冷却技术的结合,数据中心有效降低了对传统制冷设备的依赖,减少了能耗与环境影响。这种模式已成为我国“东数西算”工程中数据中心布局的重要考量因素。

能源变革——以绿色电力筑牢低碳根基

数据中心要实现真正的节能,根本在于能源结构的变革。我国企业积极推动数据中心能源向可再生能源转型,通过绿电交易、绿电直供、自建新能源电站和配套储能设施,逐步加大数据中心绿电供应的比重,从源头减少碳排放。

全球科技企业纷纷通过长期购电协议、投资新能源项目等方式,稳定获得绿色电力。阿里巴巴依托青海的大型光伏电站,为当地的数据中心提供绿电;百度与张北风电企业签订购电协议,为其张北数据中心提供风电。

为解决风能、太阳能的间歇性问题,储能设施发挥着重要作用。我国某新能源企业在宁夏的数据中心,配套建设了100兆瓦锂电池储能系统。当风光发电充足时,储能系统储存多余电力;当发电不足时,储能系统释放电力保障

AI也能创造概念

郭良轩

解和交流。相关成果发表于国际学术期刊《自然·计算科学》。

从感官体验中抽象出概念,从而可以脱离感官体验,直接在概念空间进行思考和交流,是人类的一个独特能力。一般认为,这种将高维感知“压缩”为低维概念,再由概念“重构”感知的双向过程,构成了人类符号化思维的基础,进而支持了语言的产生。然而,当前的人工

智能系统却难以实现这一过程:传统的深度神经网络往往将知识纠缠在海量的参数中,难以提取出独立的概念;而受到广泛关注的AI大模型则高度依赖人类已有的语言符号进行训练,无法真正“从无到有”地感知经验中自发形成概念。这是当前AI与人脑之间的一个关键差别。该研究提出的CATS Net包含两个核心模块:概念抽象模块与任务求解模

数据中心持续运行。该储能系统与数据中心的协同运行,显著提升绿电供应稳定性与供电可靠性。

此外,我国部分数据中心还探索出了“光伏建筑一体化”模式——在机房屋顶和外立面铺设太阳能电池板,实现“自发自用、余电上网”。江苏某数据中心通过该模式,年发电量超500万度,可满足数据中心15%的用电需求,进一步降低了能源成本和碳足迹。

AI赋能——打造精细化制冷“智慧大脑”

绿色计算的高效落地,离不开人工智能的“软实力”支撑。AI技术通过实时监测和智能调度,让数据中心的节能管理从“粗放”走向“精准”。

AI智能调温让数据中心解决了“过度冷却”的浪费问题。传统数据中心为保障设备安全,常采用“一刀切”的降温方式,导致能源浪费。如今,我国某电信运营商的数据中心,部署了数千个传感器,实时采集机柜、服务器、芯片的温度数据。AI系统通过这些数据绘制出动态“热量地图”,根据不同区域的发热情况,精准调整制冷系统的风速、冷却液流量和温度设定。改造后,该数据中心制冷能耗降低30%,年节电超800万度。

AI调度实现计算效率与绿色能源利用的双重优化。AI实时分析全球多个数据中心的负载情况、当地电价和绿电充裕度,将计算任务智能“迁移”到负载低、绿电占比高的节点。例如,当东部沿海数据中心负载过高且绿电供应不足时,AI会将部分非实时任务迁移至西部绿电充足的数据中心,既保障了计算效率,又最大化利用了绿色电力,让每一度电发挥最大价值。

AI预测能耗变化以便提前调整策略。某AI管理系统,通过分析历史数据和实时工况,可预测未来24小时的算力需求和温度变化,提前调整制冷系统运行参数,避免临时峰值导致的能耗飙升。该系统让数据中心制冷系统的响应速度提升50%,进一步优化了能源使用效率。

从液冷技术的高效散热到自然冷却的顺势而为,从绿色能源的结构转型到AI赋能的精准调控,我国已形成技术、案例、模式的全方位突破。节能减排,是数字时代践行可持续发展的必然要求,而绿色计算正是这场节能革命的核心引擎。

这场革命不仅关乎技术创新,更关乎产业链协同与全社会参与。当数据中心的“余热”成为供暖资源,当戈壁的风电驱动云端算力,当AI智慧让每一度电都物尽其用,数字文明与生态保护便实现了和谐共生。未来,随着技术的持续迭代和应用的不断深化,绿色计算将成为推动社会向更绿色、更智慧方向发展的强大动力。

左上图:绿色计算为数据中心节能。 延振宇绘

块。在处理视觉任务时,概念模块能够自发地将高维的视觉输入压缩成紧凑的低维概念向量。随后,这些概念向量如同开锁的钥匙一般,通过分层门控机制产生一系列开关信号,可动态调节任务求解模块的神经网络活动,指导其完成特定的视觉感知任务。这模拟了人类概念的形成和理解。系统可以根据与环境的互动自主生成大量新概念,并形成自己的概念空间。当不同神经网络所生成的概念空间对齐之后,就可以不用从环境中学习,而是直接通过概念向量在网络间传递知识,实现模拟人类通过语言等符号进行交流的过程。或许在不远的未来,创造出类似“爱你老己”这样网络热词的,不再是人类,而是AI。

科学家手稿



吴自良的研究手稿。 图片来自天津大学档案馆

在天津大学档案馆中,一叠泛黄的研究手稿静静陈列。纸页上,红蓝铅笔的批注层层交错,记录着一次次数据推敲、一遍遍方案优化的攻坚轨迹。这份手稿的主人,正是“两弹一星”功勋科学家吴自良。

作为我国著名的材料科学家,吴自良带领团队攻坚克难,成功研制出铀浓缩用甲种分离膜,打破西方国家技术垄断,为中国第一颗原子弹成功爆炸筑牢了根基。

吴自良的科研报国之路,始于山河破碎、工业凋敝的年代。青少年时期,他目睹国家因技术落后处处受制,心底立下“学以报国、炼材强国”的志向。吴自良从北洋工学院毕业后,投身飞机制造行业,后又远赴美国深造,成为国际金属物理领域崭露头角的青年学者。

新中国成立的消息传来,吴自良当即决定回国。面对美国政府的百般阻挠,他毅然放弃已有的研究成果与优渥待遇,辗转回到祖国。归国后,吴自良一头扎进我国材料科学的拓荒之路。他亲笔编写教材、登台授课,为我国培养了第一批金属物理领域专业人才,将自己的学识化作种子,播撒在祖国的科研沃土上。

吴自良人生中最艰巨的使命,始于1960年的一纸重托。彼时,我国原子弹研制进入关键阶段。甲种分离膜是气体扩散法分离铀-235的关键核心部件,有了它,才能为原子弹装上“心脏”。吴自良临危受命,牵头组建研究团队,扛起了甲种分离膜研制的重任。

这是一场从零开始的科研突围。彼时的中国,既无国外技术参考,也无先进实验设备,甚至连研制分离膜所需的特种金属原料都为匮乏。吴自良带着团队从最基础的金属合金研究起步,在简陋的实验室内,靠着手摇计算机、精密天平和金相显微镜,开启了实验探索。他的办公桌上,永远铺着厚厚的演算手稿。每一个数据都经过反复演算,每一次实验的失败与改进都详

为原子弹装上“心脏”

韩高峰 李元飞

细标注在稿纸上。手稿上的每一处勾画,都凝聚着科研人攻坚克难的执着。

为了研制出薄而坚韧、分离效率达标的甲种分离膜,吴自良和团队常常在实验室通宵达旦地工作。功夫不负有心人,吴自良带领团队终于找到最优合金配方与制膜工艺。以此为基础,我国成功建成第一条甲种分离膜生产线,实现了铀浓缩核心部件的自主研制,也由此成为世界上第四个独立掌握铀浓缩技术的国家。

1964年10月16日,戈壁上空升起蘑菇云,中国第一颗原子弹成功爆炸。这声巨响的背后,是吴自良与团队用无数个日夜换来的技术突破,是那一代科学家矢志不渝的科研初心与家国担当。

如今,那叠泛黄的研究手稿依旧静静陈列在档案馆中。纸页虽老,精神永存。吴自良用一生诠释了科研报国的誓言,他的故事也成为永恒的精神坐标,激励着一代代科技工作者在科研的道路上,勇攀高峰、笃行不怠,为祖国的科技自立自强筑牢根基。

转子发动机——

无人机发动机的新选择

何光宇

随着新域新质作战力量快速发展,分布式、集群化作战已经从概念走向现实。在近年来的几场局部冲突中,无人机集群如蜂群般协同侦察、饱和攻击,展现出灵活性高、成本低、拦截难等显著优势。然而,随着任务从短时突袭向全天候、长航时的持续作战演变,以及对小型无人载荷能力的不断追求,无人机集群的“心脏”——动力装置,也面临着发展迭代的考验。

目前,中小型无人机动力系统主要分为电池与活塞发动机两类。电动系统噪声低、隐蔽性好,但续航与载荷存在短板;采用燃油的活塞发动机虽能提供更长航时与更强动力,但性能较低、体积较大,无法满足小型无人机的需求。在长时巡航、广域压制等任务中,现有动力系统似乎都有些不尽如人意。

令人意想不到的,是中小型无人机的困境,反而让转子发动机这一上世纪的传统动力系统重新焕发新机。

转子发动机脱胎于活塞发动机,是一种采用三角转子旋转运动来控制压缩和排放的发动机。旋转做功的方式省却了复杂的往复机构,使发动机功率密度更高、振动更小、结构更加紧凑。特别是对于追求极致小型化的无人机或飞行器

而言,转子发动机恰似为其量身定制的强劲“心脏”。

迄今为止,转子发动机已在世界上多型军用无人机上应用。例如以色列哈比无人机、美国影子无人机等,均借助转子发动机实现了高机动、长航时与低振动的平台优势。此外,随着一些对尺寸约束更大的新概念装备涌现,转子发动机的应用窗口正逐渐扩大。比如,美国一家公司设计了一种X构型的转子发动机,创新地将转子与缸体型线反转,将原本运动的燃烧室固定在壳外,显著提升了压缩比与热效率;采用燃油的活塞发动机虽能提供更长航时与更强动力,但性能较低、体积较大,无法满足小型无人机的需求。

在并不遥远的未来战场,我们或将看到这样一幅图景:成百上千架无人机,从地面、舰艇或空中母机释放,它们如被赋予生命的金属蜂群,凭借着小型高效的“转子心脏”,在极端气候与复杂电磁环境下,持续数小时执行监视、干扰、压制和精确打击任务,进而重塑战场感知与火力分布的底层规则。