

我国绿色算力设施建设潜力大

■本报记者 张胜杰

人工智能正引发多元“数据”业务和“云边缘”算力的爆发式增长。

《中国能源报》记者近日在首届“国家绿色算力设施”推广交流活动中了解到,2025年我国在用的算力设施标准机架超过1200万架,算力总规模位居全球第二。人工智能大模型训练、工业互联网赋能等产品的算力需求呈指数级增长。

算力设施规模持续扩张,直接拉动能源需求高速增长。国际能源署发布的数据显示,2017年以来全球数据中心电力消耗年均增长约12%,是全球总电力消耗增长率的4倍多。在此背景下,我国应如何推动算力设施绿色低碳发展?

绿色算力设施建设有成效

工信部等六部门2025年12月发布《2025年度国家绿色算力设施名单》,包括中国电信临港信息园区A4数据研发机楼、中国移动(甘肃庆阳)绿色智算中心、广西金融广场数据中心等在内的1家工业领域算力设施、26家信息通信领域算力设施、2家能源领域算力设施、17家互联网领域算

力设施、4家金融领域算力设施、10家公共机构领域算力设施。

据了解,截至目前,工信部会同有关部门,已累计培育306家国家绿色算力设施,涵盖工业、信息通信、能源、互联网、金融、公共机构等领域。其中,2025年度国家绿色算力设施在能效水平、算电协同、算热协同等方面均取得积极建设成效。

以上海市为例,因土地成本高、“风光”等绿电禀赋有限,且地处亚热带,建设算力设施优势不足。但在井喷需求和资源约束之下,上海通过大量创新不断向极致能效迈进。比如,万国数据浦江数据中心2号楼已实现100%绿电交易+绿证抵消,年均PUE为1.26(电能利用效率),数据中心余热可供其所在园区办公楼冬季供暖。再如,阿里飞天云智能华东算力中心项目枫泾基地B楼,通过极致多方挖潜,创纪录地实现PUE1.18,拔得上海头筹。

PUE不断下降与上海市高标准要求密不可分。据上海市能效中心相关负责人介绍,上海起初将新建数据中心PUE准入线定在1.3,2025年上海市经信委印发的《上海市智算中心建设导则》对智算中心

PUE提出更高要求,目前上海基本以1.3甚至1.25为准入门槛。未来,新建数据中心在PUE1.25的基础上还可能收紧。

“数算能网”为整体系统展开技术攻关

但整体看,新质生产力建设所带来的算力需求激增,对算力设施绿色低碳发展提出更高要求。

中国工程院院士、山东省科学技术协会主席凌文认为,需从高效低耗协同算力、配套的新型储能与可再生能源、配套的确定性广域网络和“数—算—能—网”(数据—算力—能源—网络)高效协同等四方面开展技术攻关,建设低碳高效“数—算—能—网”极综合交叉示范工程。他提出“四绿”体系,即“绿数、绿算、绿能、绿网”,分别对应新的生产力体系、绿色算力体系、绿色能源体系和绿色网络体系。

凌文指出,要把“数—算—能—网”作为一个整体系统推进,只有当算力系统与绿色能源系统、信息网络系统深度耦合,形成协同运行的整体,才能真正实现高质量

和低碳化发展。“在这个系统中,算和能是中枢,但必须嵌入到更大的系统中。网至少包含两方面,一是能源网,即以新能源为主体的新型电力系统;二是信息网,包括电信运营商和各类数据网络。”

凌文表示,未来绿色算力与绿色能源发展不能仅停留在互联网和平台企业层面,必须走向更广泛的实体经济和产业体系。“如果绿色算力只服务于互联网平台,而不能真正嵌入实体经济、智能制造和工业互联网体系,其价值和战略意义会受限。”

“算电热”协同耦合节能降碳

随着数字经济蓬勃兴起与人工智能、大数据等技术深度渗透,算力设施作为算力存储与运算的核心载体,正迎来规模扩张与算力升级的双重爆发期。如何利用市场手段让算力设施迈向绿色低碳转型?

北京理工大学研究员王永真认为,人工智能的迅猛发展对我国算力设施的电力、电量、水耗、碳排放都带来一定影响。““算—电—热”(算效—电效—热效)”全要

素的动态匹配是数据中心节能减碳的关键所在,也是激发数据中心多元灵活性资源参与新型电力系统的核心逻辑。

“必须在系统层面将算力、配电和制冷三个关键环节‘拉通’,寻找整体最优解。”王永真告诉《中国能源报》记者,“实践表明,通过‘算—电—热’协同控制,可以实现20%以上的减碳和节能效果。若在全国范围内推广,潜在的减排和节能空间可在25%左右,具备可观的收益,也是我国低碳算力服务发展的基础所在。”

北京理工大学日前发布的《低碳算力服务回顾与展望》(2026)显示,通过深入对比中美两国算力服务发展模式差异,可以揭示出“算—电—碳”跨区域联动的低碳算力服务的内在逻辑——算力是核心驱动,电力是能源支撑,碳排放是约束底线,三者协同耦合是算力高质量发展的关键。

未来,算力市场、电力市场与碳市场将深度耦合,并逐步走向现货化。“三大市场的联动如果能够实现‘1+1+1>3’,就有可能用更少的基础设施投入,换取更高的系统总效率和更大的减排效果。”王永真说。

全球核聚变能产业进入“赛马”时间

投资涌入——

产业创新生态加速构建

聚变能火热,亟需投资,也吸引投资。1月12日,国内民营聚变企业单笔融资创造新纪录——星环聚能完成10亿元A轮融资。上一次纪录,是诺瓦聚变2025年创造的5亿元天使轮融资。《中国能源报》记者粗略统计,2015年以来,我国先后创立近20家聚变能创新公司,80%为民营企业。这些企业中,目前至少有10家获得融资,公开融资总额超过200亿元。

欧洲聚变能组织(F4E)2025年年底发布的《全球核聚变领域投资》报告显示,美国以42家公司和69亿欧元融资额位居第一,占全球资金的53%。中国以8家公司和44亿欧元融资额,占全球资金的34%,位居第二。报告指出,美国由风险投资主导创新研发,中国由国家引导战略布局,欧盟投资呈现公私协同的混合模式。中国通过国家主导的资源配置和产业规划,确保了聚变能发展的战略性和系统性。

看向国内——

“国家队”体量大。2025年,中核集团在西物院基础上牵头组建成立中国聚变能源有限公司(以下简称“中国聚变”),开创‘央企牵头、国资助力、产业基金参与’新模式,成立即实现百亿元级融资。中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所磁约束核聚变领域唯一成果转化平台——聚变新能(安徽)有限公司2023年成立,由地方政府、央企、科研院所及社会资本共同持股,注册资本已由成立之初的50亿元增至145亿元。

民营企业有活力。新奥集团自2017年启动聚变研究累计投入资金超40亿元,能量奇点近年先后两轮融资累计超8亿元,东昇聚变完成数亿元天使轮融资……

“央企牵头、国资助力、社会资本参与的新模式打破了过去重大科研项目由国家包揽的传统,为民营企业打开了大门。”新奥集团能源研究院院长刘敏胜告诉《中国能源报》记者:“民营企业既能依托‘国家队’平台资源和政策优势,也能发挥灵活高效的机制,开展差异化创新,这种协同互补的良性互动生态将极大加速聚变能技术成果从实验室走向市场化。”

值得注意的是,国有资本投注,折射聚变能作为未来产业在各地加速布局。上海市财政全额出

资的上海未来产业基金,设立1年多即投资星环聚能、东昇聚变、中国聚变等公司。合肥产投集团联合科学城以及社会资本共同发起设立的合肥未来聚变能创投基金,直接面向聚变能关键技术与核心环节。四川聚变产投近日正式运营,赋能成都天府新区聚变科创城加速产城融合。

“我国聚变能产业发展模式由过去以‘国家队’为主,转变为‘国家队’与民营资本并行驱动,融资与人才加速流动。”吴宜灿指出,“特别是风险投资支持的创新企业,以敏捷的机制和强烈的商业导向,正试图压缩研发周期,推动整个领域的商业化进程,但这并不意味着能绕过关键物理与工程门槛,落地节奏需要在尊重科学、工程和商业规律基础上稳扎稳打。”

吴宜灿认为,当前我国核聚变产业链生态正处于从“基础科研驱动”向“未来产业驱动”转型的孕育早期,应以企业为创新主体打造核聚变产业链。“早前聚变发展以科研院所和高校为主推动,但从科研到产业非常难。科研关注科学技术是否创新,参数指标是否领先,产业发展阶段更关注系统性、安全性、可靠性和经济性,更需要将科研思维转变为市场思维、社会思维。”

直面挑战——

脚踏实地克服商业化阻碍

可控核聚变是迄今人类尝试构建的最复杂能源系统之一,聚变能发电要迈过原理探索、规模实验、燃烧实验、实验堆、示范堆、商用堆多道“关卡”。近两年来,国内外不少聚变能“新秀”公司宣布,将在2030年前实现聚变发电。

对此,吴宜灿直言:“聚变能商业可行性阶段尚未真正启动。聚变技术领域的专家普遍认为,2030年前实现聚变发电不太切实际,进展并不会像期望的那样迅速,我们离真正实现聚变能应用还有很多科学未知和关键技术挑战需要探索。”

吴宜灿进一步解释,决定聚变能技术路线成败的关键,不仅是物理参数的突破,更是工程上的可靠性与经济性。“我们会为‘1亿摄氏度’或者‘1000秒’这样的科学里程碑欢欣鼓舞,但一个能商用的聚变堆,必须同时回答能否稳定、安全、高效、经济地发电等问题,并且这涉及一系列更复杂的工程技术问题——材料能否在极端环境下长期工作?系统是否安全可靠?维护是否便捷?整个系统的建造成本和发电效率能否与未来能源市场竞争?”

在2025年10月举行的第30届聚变能国际大会上,单德忠就曾指出,当前聚变商业化还面临等离子体稳态燃烧、耐高温材料、强场超导磁体、氚燃料自持等科学和工程技术难题,以及产供应链成熟性、经济可承受性、投资可持续性、监管可适配性等产业生态建设问题。

2024年9月,在国内一场核科普活动上,刘永坦言磁约束核聚变面临三大科学与技术挑战——燃烧等等离子体稳态自持运行问题、抗辐照材料问题、氦增殖与自持循环问题。

“对核聚变,我们需要有点耐心。”刘永说,做好规划,保持定力,正视挑战,逐步突进,目标必达。“以实验堆为先导逐步开展示范堆和商用堆建设,是加快核聚变能应用的必经之路。”

刘敏胜也感慨:“必须清醒认识到,聚变能在技术上仍面临巨大挑战,围绕技术人才和供应链的国际竞争将日趋白热化。”

不过,困难并非“死结”,人工智能、高温超导等新兴技术正悄然推进聚变能商业化进程。

“人工智能与聚变结合极具潜力,可能带来聚变技术突破。”吴宜灿指出,“AI能通过大数据分析,在复杂的物理实验中揭示新规律,并有望极大加速面向极端环境的新材料设计与研发进程,实现等离子体实时、精准的主动控制,并在提高聚变装置可靠性、经济性方面有很大应用前景。”

目前,从超导材料、低温制冷到磁体设计与制造,强场磁体技术的上下游产业链正在日趋完整。“持续加大对磁约束聚变,协同上下游产业链共同攻关,是克服当前障碍,最终实现聚变能源商业化的必由之路。”刘敏胜说。

抛开技术,针对聚变能中短期发展,康伟认为,产业健康发展应遵循一个重要原则——首先要有“托底”路径,能够承载技术体系的平稳发展和延续。“目前看,资本是激进的,但国家布局更强调积极稳健发展。产业需要‘国家队’来平衡和‘托底’,以此在突破当前瓶颈后为新起点上的再出发更好地积蓄力量,或在投资周期告一段落时尽可能保留周期内积聚的人才队伍以及所承载的第一手经验。”

受访专家一致认为,“十五五”规划建议为聚变能产业发展带来应对挑战的底气和抓住机遇的信心。中国的制度优势、市场优势和人才优势,将带来资本涌入,政策配套完善以及更活跃的国际合作,这些都将为聚变能产业在全球竞速中保持实力筑牢底座。

以产业实践激活绿色发展新动能

大会搭建起多层次交流对话平台,围绕传统能源升级、新能源发展、储能技术创新等重点领域展开深入研讨,通过主旨演讲、圆桌对话等形式分享实践经验、破解发展难题。

中国工程院院士刘吉臻表示,构建新型电力系统是能源革命的核心,要坚守“多源互补”理念,注重化石能源与新能源协同发力,而非片面替代。“数字技术是关键支撑,应贯穿能源生产、传输、消费全链条。一方面,通过智能技术优化传统能源场站运行、电网调度等环节;另一方面,引导用户侧依托智能家居等场景灵活用能,结合市场化电价激活调节潜力,通过源网荷储协同互补,在保障供电安全、兼顾经济性的基础上推动绿色低碳转型。”

中国工程院院士李阳表示,油气工业肩负保障能源安全与绿色低碳转型双重使命,当前面临“两深一非一老”勘探开发挑战,数智化应用应贯穿全产业链。“一方面,通过数据治理、行业大模型与智能体建设,优化勘探决策等环节,提升储层认知精度;另一方面,聚焦CCUS打造智能化平台,依托数字孪生等技术优化CCUS全流程,以数智化赋能保障供电安全、提升效率。”

中国工程院院士杜祥琬以河南兰考县为例指出,智能技术可显著提升能源利用率,为能源绿色转型开辟新路径。“兰考县通过开发风能、光能、垃圾发电等可再生能源,实现能源自给自足,摆脱对燃煤发电的依赖,推广此类实践将大幅推动能源向绿色低碳转型。”

资源循环利用是能源绿色发展的关键实践方向。中国科学院院士韩布兴认为,我国每年产生大量二氧化碳、10亿吨级农林废弃物及6000万吨废弃塑料,将其“变废为宝”为燃料、化学品等,同时可消纳间歇式可再生能源。“人工智能可提升相关绿色技术创新效率,为循环利用产业赋能。”

以协同赋能凝聚高质量发展合力

大会期间,一系列务实举措落地实施,为数字技术与能源产业深度融合搭建起坚实平台——

AI+能源绿色产业万里行活动正式启动,AI+能源产业链联盟筹备工作同步推进,中关村(海淀)AI数字能源产业园举行揭牌仪式。一批优质项目落地扎根,将有效促进创新资源集聚、产业链协同发展。

中关村网联绿色产业服务创新联盟国家级零碳园区创建专家指导委员会(拟)正式成立,将为零碳园区建设提供专业智力支持。中非经贸博览会及“走进非洲”活动和宣介环节,为能源领域国际合作拓展新空间。

产业界的积极实践成为协同赋能的生动注脚。

国家电投中央研究院新型储能技术研究所电气室副主任张蔚琦分享企业在AI+储能安全领域的探索成果——通过构建覆盖储能电站全生命周期的智能安全体系,融合数据驱动、机理支撑与大模型智能,实现从被动检修到主动预防的转型,相关平台已在多个储能电站落地应用。

海辰储能AI研究院院长徐晓卓介绍,企业聚焦长时储能技术研发,推出全球首款千安时储能专用电芯及相关系统,通过钠钨混合技术路线,有效破解数据中心用电波动的、可靠性要求高、碳排压力大等痛点,借助AI技术实现生产效率与产品质量双提升。

海博思创首席科学家王劲松分享企业在多场景储能项目中的AI应用经验——通过构建覆盖电芯层级到电池簇层级,再到电站层级的400余项健康指标体系,结合市场信号与电网需求联合优化,使自持电站在线率突破99%、综合效率达到86%,在独立储能、源网荷储、AIDC等复杂场景中实现技术落地与商业价值协同共赢。

中国能源汽车传播集团党委书记、董事长、总编辑兼中国汽车报社社长、中国能源报总编辑谢成彬表示,举办此次大会,正是为了回应以绿色低碳为方向,以数字智能为特征的深刻变革这一时代课题。我们希望,这不仅仅是一场会议,更应成为一个创新思想的“孵化器”、技术前沿与产业实践的“连接器”,以及一个凝聚共识并推动跨界合作的“加速器”,为政策制定者提供参考,为技术创新者启迪方向,为产业实践者开拓思路。

我国新型能源体系建设基础持续夯实

随着新能源装机占比快速提升和新型电力系统加速构建,未来电力系统将呈现高新能源渗透率、高电力电子化、高供需随机性等特点,呈现更高的复杂性和随机性,对电网发展提出新要求。国家发改委、国家能源局近期联合印发《关于促进电网高质量发展的指导意见》,提出到2030年初步建成以主干电网和配电网为重要基础、以智能微电网为有益补充的新型电网平台。

《中国能源报》记者了解到,下一步,我国将着力构建主配微网协同发展的新格局,坚持统一规划、一体推进,让电网的“大动脉”“毛细血管”和“微循环”各司其职、高效协同。主干电网重在“强骨架、保安全、畅循环”,继续发挥电力供应“压舱石”和资源调配“主动脉”作用,夯实全国统一电力市场物理基础,支撑清洁能源资源广域调配。配电网重在“强基础、提能力、促互动”,强化与主干电网充分耦合,承载多元化源荷开放接入、双向互动,支撑分布式新能源合理发展,全面增强供电保障能力。智能微电网重在“促消纳、提可靠、拓场景”,将作为具有自平衡和自调节能力的电力新业态载体,支持多元主体接入,融入终端用户绿色用能场景,促进新能源就近开发、就地消纳,提升偏

远地区和电网末端供电可靠水平。

新型储能装机规模5年增长超40倍

2025年,新型储能、氢能产业持续迸发增长,全年重点项目完成投资额较上一年实现翻番。国家能源局能源节约和科技装备司副司长边广琦介绍,新型储能装机较2024年底增长84%。截至2025年底,全国已建成投运新型储能装机规模达到1.36亿千瓦/3.51亿千瓦时,与“十三五”末相比增长超40倍,实现跨越式发展。平均储能时长2.58小时,相较于2024年底增加0.3小时。

按地域,华北地区已投运新型储能装机规模占全国32.5%,西北地区占28.2%,华东地区占14.4%,南方地区占13.1%,华中地区占11.1%,东北地区占0.7%。过去一年,华北、西北为新型储能主要增长区,新增装机分别为2188万千瓦、1966万千瓦,分别占全国新增装机的35.2%、31.6%。

按省份,受电力需求稳步增长、新能源快速发展及有力政策支持等多重驱动,新疆、内蒙古、云南、河北、山东等省区新型储能发展迅速,新增装机分别为1023万千瓦、1003万千瓦、613万千瓦、569万千瓦、404万千瓦。累计装机规模排名前三的省

区分别为:内蒙古2026万千瓦、新疆1880万千瓦、山东1121万千瓦。河北、江苏、宁夏、云南、甘肃、浙江、河南、广东等8省区装机规模超500万千瓦。

按单站规模,10万千瓦以上的大型化发展趋势明显。截至2025年底,10万千瓦及以上项目装机占比达72%,较2024年底提高约10个百分点;4小时及以上新型储能电站项目逐步增加,装机占比达27.6%,较2024年底提高约12个百分点。

按应用场景,独立储能占比提升。2025年,独立储能新增装机3543万千瓦,累计装机规模占比为51.2%,较2024年底提高约5个百分点。从技术路线看,锂离子电池储能仍占主导地位,装机占比达96.1%,压缩空气储能、液流电池储能及飞轮电池储能等装机占比合计3.9%。

与此同时,新型储能调用水平进一步提升。据初步统计,2025年全国新型储能等效利用小时数达1195小时,较2024年提升近300小时。其中,国家电网、南方电网经营区新型储能等效利用小时数分别为1175小时、1294小时。新型储能灵活调节能力日益凸显,在促进新能源开发消纳、提高电力系统安全稳定运行和电力保供水平等方面作用逐步增强。