

## 破解热损耗痛点

## 我国供热行业开启零碳新篇章

■本报记者 林水静

热量作为能源转化和利用过程中不可避免的能量形态,既承载着民生保障的核心价值,也是能源系统中亟待优化的“隐形损耗”。随着“双碳”目标纵深推进,供热系统如何实现低碳转型、打造多能互补的新型热力系统成为行业核心命题。

近日,中国节能协会热电产业委员会秘书长张东胜指出,储热作为供热行业低碳转型的关键支撑技术,在源网荷储一体化格局中,正以破解供需时空错位、实现“削峰填谷”灵活调峰的核心作用,为新型热力系统构建提供关键保障。

储热技术成核心  
破解能源系统时空错配难题

当前,热力消耗在国内整体能源消耗当中占据重要比重。“2025年,我国热力系统能耗占全国能源消费总量的11%。”国家电投集团科学技术研究院有限公司新型储能技术研究所所长姜晓霞表示,“然而,目前国内供热体系仍以高碳结构为主,尚未出现同时满足低碳、安全、稳定、低成本的成熟技术,且存在余热浪费、末端热量供给不足的结构矛盾,亟需规模化储热系统调节平衡。”

业内人士指出,作为比电化学储能发展更早的技术,储热不仅是新型热力系统建设的核心支撑,更是构建新型电力系统的核心环节,同时服务于热力产业升级与电力系统转型,是能源结构转型的刚性需求。“现在行业一提到储能,一体式储能,通常想到的都是电化学储能,但从国内产业化发展来看,最早实现产业化的储能技术,

实际上是储热技术。”姜晓霞说。

储热技术是指通过储热介质吸收并储存太阳辐射或工业余热,按需释放能量的技术,主流储热技术主要分为显热储热、相变储热、热化学储热三大类。

姜晓霞介绍,储热技术具备极强的包容性,可实现多源输入、多场景输出。电能、蒸汽、光热、工业余热等,均可转化为热能储存;后端可覆盖供暖、供气、供冷、发电等全品类用能需求。热力应用温域覆盖完整,从零下40摄氏度深冷、空调制冷、低温市政供暖,到工业高温蒸汽供给,全温区用能需求,均可通过储热技术实现匹配。

政策释放红利  
行业迈入低碳转型关键期

步入“十五五”,作为保障民生的城市生命线,“双碳”目标实现的关键领域,我国供热行业正经历系统性变革。

中国节能协会副秘书长马勇指出,新能源供热装机容量持续增长,地热能、生物质能、太阳能等非化石能源供热占比稳步提升,为行业低碳转型奠定了坚实基础。“截至2025年底,全国清洁供热面积突破160亿平方米,清洁供热占比提升至65%以上,北方地区清洁取暖率达75%,超额完成“十四五”中期目标,新能源供热装机容量与非化石能源供热占比稳步提升。”

国家层面也持续出台重磅政策,为供热行业低碳转型保驾护航。“十四五”现代能源体系规划明确将“清洁低碳供热”列为重点任务,《城乡建设领域碳达峰实施方案》要求“优化供热系统运行效率,

推进清洁取暖替代,降低供热碳排放强度”,并提出通过热源结构调整、输配系统节能改造、智慧调控等手段,推动供热领域低碳转型,为行业低碳转型明确方向、筑牢保障。

“从储热技术整体发展来看,每一步都依托国家政策在推进。火电灵活性改造试点政策,推动水储热技术规模化发展;国家光热发电示范项目落地,带动光热储热技术迭代升级;近期煤电升级专项行动实施方案,对煤电机组爬坡速率、负荷调整幅度提出更高标准。传统锅炉系统爬坡速度慢,只能依靠高温储能技术弥补短板,由此推动高温熔盐储能在煤电行业快速普及。此外,国家能源局大力推进零碳园区建设,也为各类储热、蓄冷技术,提供了广阔应用空间。”姜晓霞说。“现阶段,常规太阳能、改良低熔点熔盐,仍是产业主流材料,同时也是零碳园区、工业供汽等场景的核心支撑技术。”

马勇指出,在政策指引下,行业正加速实现三大转变。“当前,供热行业处于转型关键窗口期,正从传统化石能源依赖向多能互补清洁供热转型,从单一供热模式向源网荷储一体化综合能源服务升级,从粗放式运营向智慧供热迭代。”

多元路径协同  
构建零碳供热可持续发展体系

面对构建零碳低碳发展路径,业内人士一致认为,单一电气化转型无法支撑行业全面转型,需依靠低成本、大规模储热技术,结合多元路径协同发力,破解供热转型



难题。

北京京能碳资产科技有限公司首席专家、碳中和研究会碳中和学会副秘书长冯武军提出:一是强化能效提升,重点推进余热利用与节能降耗;二是规模化开发可再生能源,实现地热、空气热泵、生物质能等资源“吃干榨尽”;三是对天然气、煤炭等传统热源实施碳补充,保障转型平稳过渡。

姜晓霞认为,技术创新是储热产业高质量发展核心驱动力。在技术迭代升级进程中,需同步严控项目全周期建设及运营成本,强化成本管控水平,为各类储热技术规模化落地应用筑牢基础。

余热利用成当前主力。冯武军强调,相较于因地制宜的可再生能源,规模化余

热利用是零碳供热的“主力军”。“经测算,到2050年,我国流程工业仍将保有48亿吨标准煤当量的余热,数据中心与变电站余热将达20亿吨标准煤当量,污水处理余热稳定在18亿吨标准煤当量,火电、核电及垃圾焚烧发电余热合计可提供近百亿吨标准煤当量的热量。”

“零碳供热的最终形态是构建‘可再生能源+规模化余热+跨季节储热’的多热源、多用户跨区域供热网络。随着热泵技术升级,通过蒸汽发生器与压缩机组合,可满足不同场景的供热与用汽需求。未来,热电厂将普遍配套大型储热罐,实现热源与用热需求的解耦,共同推动供热领域低碳重构,为‘双碳’目标落地提供坚实支撑。”冯武军表示。

## AI或重塑全球能源格局

■本报记者 李丽雯

近日,国际能源署发布全球人工智能(AI)产业能耗最新数据显示,去年,全球数据中心电力需求同比增长17%,专用于AI大模型的数据中心耗电量增幅更为明显,同比增长高达50%。对比去年全球3%的电力需求增幅,AI产业对电力的需求增长速度显得格外突出。在AI技术席卷全球各大行业的当下,国际能源署认为,AI领域的用电需求还将持续升高,在AI技术不断迭代、应用场景不断拓宽的预期下,全球能源体系将在新技术浪潮下迎来重塑。

## ■短期瓶颈尚存

在今年4月发布的《能源与人工智能关键问题》报告中,国际能源署系统性评估了AI技术对全球能源体系的深远影响。报告指出,数据中心是当前AI产业发展的核心基础设施,2025年全球范围内大型科技公司已投入超过4000亿美元新建数据中心,而今年这一数字很可能会再增长75%。总体上看,科技公司对数据中心的投入规模已经超过当前全球油气生产的新增投资额。

数据中心作为“耗电大户”,整体规模增长也在不断挑动能源市场神经。统计显示,2025年全球数据中心用电量达485太瓦时,到2030年这一数据预计将翻倍,达到950太瓦时左右,同时专用于AI大模型的数据中心用电量可能增长更快,到2030年或达到当前3倍左右。

急速增长的AI用电需求已远远超过现实物理世界电网发展速度。国际能源署指出,短期来看,能源供应端的瓶颈不容小觑。“行业很早就已经意识到,没有能源就没有AI。”国际能源署署长法提赫·比罗尔

表示,“那些能够提供安全、经济且快速的电力供应的国家将占据先机。”

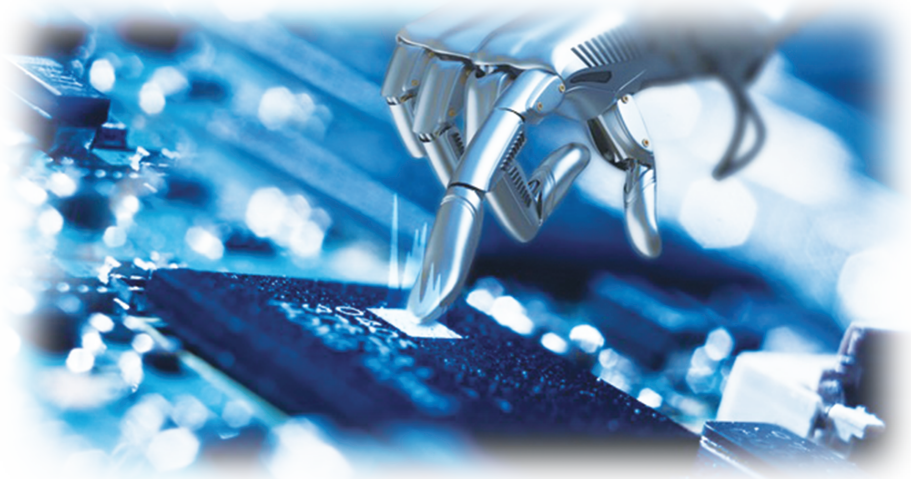
上述报告认为,如果能源系统供需相对宽松,数据中心用电可能提高现有资产利用率,否则,为满足数据中心这类大型且固定的电力负荷快速增长需求,短期内能源系统对成本较高发电机组的依赖可能有所增强。以美国为例,国际能源署指出,数据中心运营商正面临电网接入缓慢的挑战,新建发电设施难以在短期内实现稳定供电,因此不少企业转向天然气发电,尽管成本较高但其灵活性受到青睐。

## ■AI能效不断提升

尽管AI领域用能规模正在以前所未有的速度扩大,但国际能源署也指出,随着硬件和软件技术同步增长,单个AI任务的耗电量有所降低,这意味着,AI领域能效水平正不断改善。对单个AI任务能耗的测算显示,一个简单的AI任务消耗的电量呈逐年递减趋势,在相同时间内,简单文本查询任务的耗电量甚至能够低于一台电视的耗电量。

中长期来看,国际能源署预测认为,随着AI技术应用场景的不断拓宽,这一领域能效水平可能还会进一步增长,但能源设施以及芯片制造等领域的新增投资可能会帮助突破现有瓶颈。

不仅如此,报告也强调,AI并不仅是“消费方”,同样也在参与能源生产。AI作为能源消耗大户的同时,也催生了更多能源供应模式以及创新技术应用。法提赫·比罗尔表示:“尽管AI发展需要能源,但它也正在成为能源的生产者,推动着诸如下一代核反应堆、灵活数据中心和长时储能等创新解决方案的发展。”



近年来,大型科技公司逐步成为全球电力购买协议市场的主要参与方,2025年,科技领域公司签订的可再生能源电力购买规模占到总量的40%左右,有效提振绿电消费。与此同时,科技公司还在积极推动新兴核电技术发展,截至2025年底,配套建设有小型模块化反应堆的数据中心规模从2024年的25吉瓦增长到45吉瓦。另外,具有巨大开发潜力的下一代地热能也获得广泛关注。

## ■与能源“双向奔赴”

在国际能源署看来,AI技术在能源领域的应用正不断促进能源产业发展,尤其随着能源领域智能化、数字化改造进程的加快,将促成这两大领域的“双向奔赴”。

该报告指出,AI技术能够用于监控电网、变压器以及其他能源设备,减少意外故障和停电情况的发生,有潜力成为提升能

源安全和可持续性的重要工具。同时,随着AI机器人、自动化和效率解决方案的广泛应用,AI将成为提升工业竞争力的关键因素。数据、模型和硬件方面的各项进步还有望让工业设计和生产实现更广泛的自动化,从而加快开发速度、促进创新并降低成本。

报告强调,长期来看,AI应用更可能“解锁”新一轮工业创新,解放更多生产力。AI发展机遇当前,法提赫·比罗尔认为,为推动能源系统现代化发展、应对未来瓶颈以及解决AI发展过程中可能面临的其他问题,各国政策制定者与能源和科技领域之间的合作至关重要。

对此,国际能源署建议,政策层面,一方面要对数据中心项目和电力行业投资加强管理,这有助于为AI行业提供充足且可靠的电力供应,同时不会对价格产生不利影响;另一方面应加强电力系统灵活性,加速电网接入,通过制定上层政策框架,在确保能源安全的同时推动可持续发展。

本报讯 近日,由国网山西省电力有限公司牵头修订的ITU-T国际标准L.391(国际电信联盟标准,编号L.391)正式发布实施。这是该公司首个主导完成的ITU-T国际标准,标志着我国电力信息通信技术成果成功转化为国际标准,为全球电力行业标准化贡献“中国方案”。

国际电信联盟(ITU-T)为联合国信息通信技术主管机构,与ISO、IEC并称全球三大国际标准化组织。本次标准聚焦极端天气灾害,补充完善极端灾害类型与主动防御措施,优化监控架构以适配分布式光纤传感技术,将我国边远变电站通信监测预警成熟经验推向国际,提升全球电网通信抗灾能力。

2024年以来,国网山西电力牵头的团队先后赴加拿大、瑞士参与国际标准会议,与美、日、印、意等多国专家多轮研讨答辩,项目提案获一致认可,历时两年多正式发布。

此次突破是国网山西省电力有限公司落实国家标准化发展纲要的重要成果,彰显我国在电力通信领域的国际话语权。该公司将持续深化国际合作,推动更多技术成果转化为国际标准,助力新型电力系统建设。

(冉涌 王叶雨)

## 我国电力通信标准走向全球

## 中铁十五局信阳压缩空气储能项目建设取得关键性进展

本报讯 4月29日,由中铁十五局集团承建的河南信阳300兆瓦先进压缩空气储能项目,顺利完成储气罐室首仓二衬混凝土浇筑作业。此次首仓浇筑的成功,不仅验证了施工方案的可行性与科学性,还为后续钢衬混凝土施工积累了宝贵经验。这一成果标志着项目正式从地下洞室开挖、支护阶段,转入高压密封结构成型的关键工序,为打造安全、耐久、高密封性的工程筑牢坚实基础,也为项目达成运营目标迈

出关键一步。

本次浇筑为储气罐室端头首仓混凝土,浇筑单次方量大、工序精度要求高、质量控制严苛。项目团队严格依照专项施工方案组织施工,采用分层对称浇筑、附着式振捣结合电磁铁固定、拱顶压力传感实时监测、3D断面扫描复核方量等成套工艺,有效解决了狭窄空间振捣困难、钢衬易变形、拱顶易脱空等技术难题,确保混凝土密实度与结构整体性满足高压储气长期运行要求。

浇筑过程中,项目部严格落实安全与质量双线管控:执行有限空间作业“先检测、后准入”制度,实施强制通风与气体实时监测;采用智能监测系统全程跟踪钢衬变形、支撑受力及混凝土温升情况,每30分钟采集一次数据,异常即时预警;对原材料、配合比、坍落度逐车检验,确保混凝土性能稳定、供应连续。从泵车就位、布料管布设到分层浇筑、振捣密实、拱顶冲顶,各环节衔接有序、一次成型。经现场检测,混

凝土密实度、钢衬定位精度均符合设计及规范要求。

河南信阳300兆瓦先进压缩空气储能项目是国家新型储能试点示范工程,共设3条储气罐室,总长1837.5米,总库容约31万立方米。项目建成后,将成为国内规模领先、技术先进的人工洞室压缩空气储能电站,发挥电网“削峰填谷”的核心作用,助力区域新能源消纳与绿色低碳发展。

此次首仓浇筑的圆满成功,验证了钢

衬与二衬一体化施工、高压密封结构成型、智能监测质控等关键技术路线的可行性,为后续199个仓段的标准化施工提供了可靠依据。

项目团队将以此次节点实现为动力,锚定目标、加压奋进,持续优化工序、严控安全质量、加快施工进度,全力推进储气罐室衬砌、回填注浆、密封验收等关键节点,确保项目按期建成投产,打造国内人工洞室压缩空气储能工程标杆。(雷晓柯)