

水库大坝定位向“水安全+能源安全”升级

■本报记者 苏南

近日召开的国务院常务会议指出,做强国内大循环要在供需协同、联动升级上求突破,落实和完善服务业扩能提质举措,加强水网、新型电网、算力网、新一代通信网、城市地下管网、物流网等规划建设。加快建设现代化水网,离不开水库大坝的高质量发展。

在全球极端气候变化频发、国家构建新型电力体系的背景下,水库大坝建设和运维正面临理念重塑、技术变革、模式再造的新形势。站在“十五五”时期发展起点,“安全大坝、生态大坝、智能大坝”(以下简称“三个大坝”)建设,已成为水利水电行业共识。

在业内看来,如今的水库大坝已不仅是传统意义上的水资源调控设施,也是兼具国家水安全与能源安全双重战略属性的基础设施。

近期,在中国大坝工程学会第四次会员代表大会上,与会专家共话行业发展新方向,普遍认为面对“双碳”目标下能源结构转型与流域水安全保障的双重需求,必须推动水库大坝从单一功能向复合战略功能转型。

以“三个大坝”理念重塑坝工新内核

水库大坝是国家水网的重要调蓄“结点”,也是水电发展的重要组成部分,其安全与智能水平直接关系到国家水安全与经济社会稳定。

中国大坝工程学会理事长矫勇指出:“按照‘三个大坝’要求,坚持底线思维与前沿技术并重。在安全大坝方面,我们不仅要关注正常状态下大坝安全的技术支撑,更要深入研究特殊工况下的大坝安全。例如,针对俄乌冲突中卡霍夫卡大坝

溃决事件,学会组织了近30名院士专家研讨,深入研判军事冲突状况下我国大坝安全的关键技术问题,并形成专题报告。”

在智能大坝建设上,矫勇强调:“智能建设与管理专业委员会正聚焦人工智能在水库大坝中的应用场景、数字孪生大坝等前沿课题,这是我们全面提升水库大坝本质质量、本质安全和安全韧性的核心抓手。”

三峡集团董事长刘伟平给出了建设“三个大坝”的企业解法。他表示:“三峡集团在国内运行管理着62座大坝,我们深刻体会到筑牢安全根基的极端重要性。必须立足大时空、大系统、大担当、大安全,加快构建现代化水库运行管理矩阵,实现全覆盖、全要素、全天候、全周期管理。同时,要强化数智赋能,更新迭代大坝智能建造技术,深入推进数字孪生梯级水库群建设,构建‘天—空—地—水—工’一体化监测感知网络,全力培育坝工领域的新质生产力。”

向“水网结点”与“电力调节”双转变

“十五五”时期,我国正处于加快构建清洁低碳安全高效的新型能源体系和现代化国家水网的关键时期。这个时期水库大坝功能已从传统水资源调控设施,转变为统筹国家水安全与能源安全双重战略的基础设施。

在业内专家看来,水库大坝定位转变后,其可成为电网的“超级充电宝”。在风电、光伏大发的午间,大坝停机蓄水,把发电空间让给新能源;到了傍晚用电高峰或新能源出力骤降时,大坝可瞬间满负荷发电顶上。

矫勇建议:“在落实国家‘双碳’目标背景下,必须大力推进水风光储一体化发



展。传统水库水电站的功能定位需要发生历史性转变——由‘电量供应向容量支撑’转变,由‘独立发电主体向新型电力系统调节主体’转变。我们要以水库水电站强大的调节能力,保障风能、太阳能电力在电网中的充分消纳,这不仅是工程技术问题,更是关乎新型电力体系健康发展的战略问题。”

围绕金沙江水电开发龙头水库——龙盘枢纽工程开展专题调研,从推进长江经济带高质量发展、建设水风光储一体化能源基地等维度,论述了其必要性和紧迫性,并针对工程投资、征地和水库移民、效益共享等问题提出建议。“这些相关建议内容已被相关部门采纳,《加快构建新型电力系统行动方案》及国家‘十五五’规划纲要均有体现。”矫勇说。

中国水力发电工程学会理事长张野

表示,当前水利水电事业正迎来政策叠加、需求扩容、科技赋能、融合发展的战略新机遇。我国正加快推进国家水网建设和新型电力系统构建,着力推动能源绿色低碳转型,积极稳妥推进碳达峰碳中和。这一系列重大举措,将为水库大坝功能的转型升级提供广阔的发展空间和有力的政策支持。

推广中国标准,引领全球坝工新未来

目前,我国坝工事业已实现了从“跟跑”“并跑”到“领跑”世界的跨越。“领跑”不仅体现在拥有各类世界高坝之最,更在于发展理念的引领、科技创新的突破以及国际标准的制定权。

在核心技术突破上,我国专家已首次在国际上提出大坝建设新坝型。中国工

程院院士贾金生提出的胶结坝和清华大学教授金峰提出的堆石混凝土坝,在国内大量实践基础上,形成了行业技术标准和国际大坝委员会系列技术公报,系统建立了胶结坝工程技术体系。这是世界上首次由中国专家提出的新坝型,并由中国专家牵头在国际大坝委员会成立胶结坝专业委员会,成功将“中国坝型”推向世界。

未来如何进一步提升中国坝工的国际话语权与影响力?

对此,矫勇强调:“推广水库大坝智能建设和运行,充分说明了我国在世界坝工领域的引领能力。我们要持续推广‘三个大坝’建设理念和中国实践成果。尤为关键的是,要持续推进中国坝工标准国际化进程,提升中国在国际坝工领域的规则制定权,为世界坝工发展贡献‘中国智慧’和‘中国方案’。”

人工智能助推新型能源体系建设

——访北京前沿未来科技产业发展研究院院长陆峰

■本报记者 张胜杰



常在15%左右,而基于深度学习的预测模型可以将误差缩小到5%以内。

更重要的是,人工智能赋予了能源系统“决策”的能力。面对复杂的运行环境,强化学习等能够在毫秒级时间内给出最优调控策略——协调储能充放电、调节柔性负荷、优化机组组合。这种“感知—思考—决策”的闭环,让能源系统从“被动响应”走向“主动适应”。

陆峰分析称,具体来看,人工智能在发电侧可提升新能源的可控性。风光资源“靠天吃饭”的特性曾经长期制约其发展,而人工智能通过对气象数据、历史出力、设备状态的综合分析,实现了更为精准的功率预测,并为每台风机、每块光伏板提供个性化的运维建议;在输电侧,人工智能助力建设“智能电网”,通过故障预警、线路动态增容、潮流优化等功能,让电力传输更加安全高效;在配电与用电侧,人工智能支撑着虚拟电厂、需求响应、智慧用电等新业态的发展,让用户从单纯的消费者转变为“产消者”。

“可以说,人工智能正在把新型能源体系从‘刚性’的工程系统,转变为一个‘柔性’的智能生命体。”陆峰形象地比喻道。

经济价值: 以更低成本实现更优配置

技术价值的最终归宿是经济价值。人工智能赋能新型能源系统,绝非“为技术而技术”,而是在保障安全可靠的前提下,显著降低全社会的能源成本,创造可观的经济效益。

“最直接的经济价值体现在提升资产利用率上。”陆峰说,传统电力系统为应对极端情况,不得不配置大量备用容量——这些设备在绝大多数时间里处于闲置状态,形成了巨大的沉没成本。人工智能通过精准预测和优化调度,可以有效压缩不必要的备用需求。据测算,在省级电网层面,引入人工智能优化调度后,每年可减少数亿元的燃料成本和设备启停损耗。对于发电企业而言,人工智能预测维护可以将设备非计划停运时间减少30%—50%,直接转化为发电量的提升和维修费用的下降。

在新领域,人工智能的价值更加凸显。光伏电站和风电场往往地处偏远、设备众多,传统的人工巡检方式效率低下且成本高昂。陆峰向记者介绍,人工智能图像识别技术可以自动分析无人机拍摄的设备照片,快速定位热斑、裂纹、污损等异常,将巡检效率提升数倍乃至数十倍。“这意味着同样的人力投入可以覆盖更大的场站规模,摊薄了新能源开发的运营成本。”

人工智能还能创造新的商业模式和盈利空间。“比如,虚拟电厂就是一个典型代表——它将分散的分布式能源、储能、可调负荷聚合起来,作为一个整体参与电力市场交易。”陆峰举例,人工智能在其中扮演“交易员”和“调度员”的双重角

色:它根据市场价格信号和用户用电意愿,自动决定何时充电、何时放电、何时削减负荷。这种智能化的资源聚合,让原本难以参与市场的小规模资源获得了价值兑现的渠道。目前国内已有多地开展虚拟电厂试点,参与的用户每年可获得数百至数千元的收益。

“从更宏观的视角看,人工智能对能源系统经济性的提升,最终会传导至终端用能成本。”陆峰认为,更精准的新能源预测意味着更少的弃风弃光,更优化的调度意味着更低的燃料消耗,更高效的运维意味着更少的故障损失。

社会价值: 让能源更加公平、清洁、普惠

若说技术价值解决的是“能不能”的问题,经济价值解决的是“划不划算”的问题,而社会价值则回答的是“为了谁”的问题。

“人工智能促进新型能源体系建设,最终都要落脚到增进民生福祉、促进可持续发展上。”陆峰始终相信。

在他看来,人工智能助力能源普惠,让优质服务触达更多人。在偏远地区、农村地区,电网末端往往存在供电可靠性差、电压不稳等问题。人工智能通过智能配电网技术,可以实现故障的快速定位与自愈重构,将停电时间从小时级压缩到分钟级。同时,结合边缘计算与低功耗物联网,偏远地区的光储微电网可以实现智能化运行,不依赖大电网也能保障基本用电需求。

近年来,我国可再生能源装机规模持续扩大,但弃风弃光现象在一些地区依然存在。人工智能通过精准预测和优化调度,有效减少了这种浪费。以某省级电网为例,应用人工智能调度系统后,弃风率下降了约5个百分点,相当于每年减少二氧化碳排放数百万吨。

人工智能可以赋能用户侧管理,降低居民用能成本。人工智能驱动的智慧用电系统,可以根据电价信号和用户生活习惯,自动优化家电运行策略——比如在电价低谷时段启动热水器、给电动汽车充电。不需要用户做任何复杂操作,系统就能每年帮助家庭节省10%—20%的电费。

人工智能可以提升能源系统的安全韧性,守护社会运行的生命线。极端天气、自然灾害、网络安全等突发事件对能源安全构成严峻挑战。人工智能可以实时监测系统运行状态,在异常出现初期就发出预警,并为调度员提供应急处置方案参考。

“今后,人工智能不再是能源转型的‘选修课’,而是‘必修课’。”陆峰强调,让技术服务于人,服务于可持续发展,这既是人工智能赋能新型能源体系的初心,也是大家共同期待的美好图景。

关注

4月份全社会用电量同比增长6.0%

本报讯 国家能源局近日发布数据:4月份,全社会用电量8205亿千瓦时,同比增长6.0%。从分产业用电看,第一产业用电量112亿千瓦时,同比增长2.0%。第二产业用电量5584亿千瓦时,同比增长5.3%;其中,工业用电量5538亿千瓦时,同比增长5.5%,高技术及装备制造业用电量1050亿千瓦时,同比增长10.1%。第三产业用电量1517亿千瓦时,同比增长8.9%;其中,充电服务业、互联网数据服务用电量分别为137亿、82亿千瓦时,增速分别达到61.9%、42.8%。城乡居民生活用电量992亿千瓦时,同比增长6.0%。

1—4月,全社会用电量累计33345亿千瓦时,同比增长5.4%。中国电力企业联合会统计与数智部副主任蒋德斌介绍,在人工智能、生物制造等前沿领域技术创新和产业升级的带动下,4月份高技术及装备制造业用电量表现突出,同比增长10.1%,较上年同期提高7.1个百分点。(周游)

一季度全国光伏新增并网4119万千瓦

本报讯 国家能源局发布数据称,今年一季度,全国光伏新增并网4119万千瓦,其中集中式光伏1962万千瓦,分布式光伏2157万千瓦。

截至3月底,全国光伏发电装机容量达到12.4亿千瓦,同比增长31.2%,其中集中式光伏6.86亿千瓦,分布式光伏5.54亿千瓦。一季度,全国光伏累计发电量2759亿千瓦时,同比增长18.5%,全国光伏发电利用率90.6%。(王云)

全球首台20兆瓦漂浮式风电示范机组开建

本报讯 5月20日,“图强号”20兆瓦漂浮式风电示范机组建造启动仪式在珠海举行,标志着适配钢混组合结构的全球首台20兆瓦级深远海漂浮式风机基础正式进入建造阶段。

“图强号”是国家重点研发计划的核心实证项目,重点攻关适用于我国深远海强台风与复杂地质条件下的高承载、低成本、高可靠漂浮式风电基础技术。作为全球漂浮式风电单机容量最大的示范项目,“图强号”搭载的20兆瓦漂浮式风机,年发电量预计达5500万千瓦时,可满足约1.6万户家庭用电需求。

该项目实证场址海况条件极端严苛,场址流速达2.3米/秒,50年一遇最大波高23米,极大风速超77米/秒,此类极端海况在全球漂浮式风电项目中极为罕见。项目前期开展大量缩尺模型试验,充分验证了“图强号”设计的安全性及可靠性。

通过系列创新成果的应用,“图强号”基础单位兆瓦用钢量将低于300吨;单位千瓦造价将低于2万元,较现役漂浮式样机下降30%以上,将有力推动我国深远海漂浮式风电从样机示范阶段向规模化商业应用阶段转变。(廖宇)