“人工智能+”背景下能源数据要素价值释放路径的分析与思考

■马一宁 刘重阳 柴雁欣 陈红 杨春

近年来,国务院印发《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》,国家发展改革委、国家能源局联合出台《关于推进“人工智能+”能源高质量发展的实施意见》,明确以人工智能赋能能源产业,推动能源行业质量、效率、动力三大变革。当前,我国“人工智能+数据”双向赋能仍处于探索阶段,能源数据要素价值释放仍面临高质量数据供给有限、人工智能与能源行业业务融合不够充分、协同创新生态尚有待完善等挑战,亟需结合我国能源产业发展实际,持续探索“智数融合”的发展路径。

人工智能驱动能源数据要素发展的背景分析

一是政策驱动。国内外加快布局人工智能与能源融合发展。全球主要经济体纷纷加快“人工智能+能源”战略布局。美国能源部2025年10月发布《人工智能战略》,将人工智能上升为国家安全、能源竞争的核心驱动力,推动其由实验室专项应用转化为可规模化的企业级能力;欧盟同期出台《应用人工智能战略》,围绕能源、气候等重点领域出台落地举措,挖掘人工智能提升能源系统效率的变革潜力。

我国持续完善顶层制度设计。国家能源局2023年印发《关于加快推进能源数字化智能化发展的若干意见》,提出到2030年基本建成能源全链条数智创新应用体系。2025年9月,国家发展改革委、国家能源局印发《关于推进“人工智能+”能源高质量发展的实施意见》,抢抓人工智能战略机遇,保障能源高质量发展和高水平安全。同时,《企业数据资源相关会计处理暂行规定》和“数据二十条”等政策在数据资产入表、数据产权登记等关键领域持续发力,旨在破解数据“确权难、定价难、流通难”难题,为能源数据要素价值释放筑牢制度根基。

二是场景爆发。行业转型孕育海量刚需场景。在行业数字化、绿色化转型驱动下,传统能源系统正发生范式变革。供给侧风电、光伏大规模并网,其出力的随机性、波动性对电网安全稳定运行带来新考验;需求侧电动汽车、分布式能源、柔性负荷广泛普及,电力系统供需平衡难度显著加大,倒逼“人工智能+能源数据”应用场景加速落地。例如,面向智能电网领域,依托人工智能实现新能源功率精准预测、电网潮流智能调度,有助于提升消纳与运行效率;面向设备运维领域,基于运行数据构建智能诊断模型,开展故障预警和健康管理,可以有效降低运维投入。

三是范式革新。技术驱动能源行业范式转型。人工智能融合应用,正推动能源行业在“认知-协同-决策”层面实现范式升级。认知层面,由事后复盘分析转向事前预测、事中实时干预,依托物理信息神经网络将电力、气象等机理嵌入人工智能模型,提升新能源预测与电网态势推演准确度。协同层面,打通“源—网—荷—储”全链条,打破原有“数据孤岛”,以联邦学习、多方安全计算等构建可信数据空间,实现数据可用不可见。决策层面,从专家经验主导转向“数据驱动+知识引导”双轮驱动,依托大模型萃取沉淀行业专家经验,提升决策科学性与一致性,形成“数据反馈—模型优化—知识沉淀”的可持续进化闭环。

“人工智能+”赋能数据要素价值释放路径分析

依托人工智能技术,能源数据要素价值释放形成从采集、治理、数据集构建到业务融合应用的完整链条。

一是源头泛在感知,破解“数据孤岛”碎片难题。通过部署智能传感、物联网和边缘计算节点,构建“空天地”一体化的感知网络,实现对“源、网、荷、储”各环节海量、多源、实时数据统一汇聚。以风电行业为例,依托振动、声学传感器搭配无人机巡检,实现对风机运行状态的全面监测,夯实数据资源基础。

二是开展智能数据治理,把原始数据转化为知识素材。针对原始数据质量不一、格式各异等痛点,运用自然语言处理、计算机视觉开展自动化清洗、标注、缺陷识别,同时通过搭建能源领域知识图谱,将零散业务数据转化为结构化行业知识,支撑复杂业务分析和智能决策。

三是打造行业高质量数据集,为人工智能模型训练提供优质“燃料”。围绕预测性维护、缺陷检测等细分业务场景,筛选、标注业务数据;针对故障样本稀缺的现实痛点,利用生成式人工智能创造“合成数据”扩充样本池。例如风机叶片裂纹检测模型训练,可以融合真实巡检图像和人工智能生成的缺陷样本,提升模型在复杂现场场景下的泛化能力。

四是深化融合落地应用,构建动态智能闭环。将训练完成的人工智能模型嵌入业务系统,把数据能力转化为业务实效。以虚拟电厂为例,人工智能模型分析分布式资源特性、市场价格信号和电网运行状态,自动生成最优调控策略。业务运行中持续产生反馈数据,驱动模型不断优化,形成“数据—模型—应用—新数据”增强闭环,持续提升系统智能水平。

能源行业的“智数融合”之道

其一,战略升维,确立“人工智能+数据”核心战略地位。面对新能源大规模接入、多元负荷快速增长等挑战,人工智能能够从海量数据中挖掘内在规律,缩短从数据采集到智能决策的价值转化路径。建议能源企业制定“人工智能+数据”发展战略,坚持试点先行、重点突破,优先选择设备预测性维护、极端天气下电网韧性评估等典型场景打造标杆案例,形成可复制可推广的经验,逐步推动全业务链条转型。

其二,能力筑基,构建面向“人工智能-Ready”的新型数据基础设施。能源企业现有的数据基础设施大多面向传统业务,建议分层构建面向人工智能的数据基座。强化感知层,提升“源—网—荷—储”全环节智能传感覆盖率,补齐图像、音视频等非结构化数据采集能力。升级平台层,搭建云边协同的数据中台,支持联邦学习等隐私计算,兼容多模态海量数据处理。完善治理层,通过人工智能技术实现数据质量自动监控与智能修复,从源头规避低质数据带来的模型偏差问题。

其三,业务融合,推动人工智能技术与能源知识深度结合。深化人工智能与能源业务知识双向融合,充分释放技术应用价值。面向行业场景研发专用算法,把电力物理规律、设备运行机理融入模型,提升模型在复杂工况中的精度与可解释性。建立闭环迭代机制,打造“数据驱动—模型优化—业务验证”工作链路,依靠业务反馈持续优化模型,实现技术能力与业务价值良性互促。

其四,生态培育,营造稳健包容的协同创新制度环境。能源行业关乎国计民生,人工智能创新应坚守安全底线,培育多方共建共享的产业生态。设立行业创新沙盒,在监管指导下打造风险可控的真实测试场景,加快新技术新模式的验证迭代和商业化落地。创新数据协作模式,推广联邦学习、多方安全计算应用,建设能源行业可信数据空间,破解“数据孤岛”难题,推动产业链上下游协同创新和价值共创。

(作者均供职于南方电网能源发展研究院有限责任公司)

我国西部首个城市中心抽蓄工程厂房主通道贯通

地下洞室群全面开挖

本报讯 10月26日,我国西部地区首个建在城市中心抽水蓄能工程——广西贵港抽蓄电站厂房主通道贯通,推动工程地下洞室群全面开挖,按下电站主体工程施工的“加速键”。

“轰”,随着最后一次爆破作业的顺利完成,总长1620米的厂房交通洞实现全线贯通。加上早前已经贯通的通风洞,总长2700米的两条地下工程主通道全面建成,主通道的贯通为电站地下洞室群的全面开挖打通了“大动脉”。“开挖过程中,我们积极应对复杂围岩、地下渗水、爆破精度控制等难题,强化风险源辨识与过程质量把控,优化施工工艺、推进技术创新应用,实现交通洞和通风洞安全优质贯通。”南网储能公司贵港抽蓄项目部工程师陈才介绍。

贵港抽蓄电站地下洞室群由43个洞室构成,总长接近19公里,相当于要在坚硬地质的山体里建设一个错纵交织的“地下迷宫”。在3741米长的自流排水洞洞口,“贵港号”TBM始发进洞,有了这套机械智能化的硬岩隧道掘进机“赋能”,掘进效率达到传统人工钻爆的4倍。

据了解,总投资约81亿元的贵港抽蓄工程充分利用位于城市中心区域的山顶洼地和山下河谷高低落差达到420米的天然优势,在城中就地开发建设电站。电站建成后不仅可保障广西南部800万千瓦风电、470万千瓦光伏发电、690万千瓦核电的就近利用和远距离稳定送出,还将与城市自然环境融为一体,打造绿色工业新景观。

“眼下,贵港抽蓄工程上下水库、地下厂房、输水系统施工面全面铺开,500多名建设者同时推进20多项施工任务。”南网储能公司贵港抽蓄项目部总经理丁光彩表示。电站预计2029年全面建成投产,届时每年可消纳清洁能源超过25亿千瓦时,相当于115万户居民一年的用电需求,相应减少二氧化碳排放约220万吨。 (黄昉)

