

极端天气频发, 能源系统如何练就韧性?

► 本报记者 罗晓燕

作为2026年中国国际服务贸易交易会主题论坛之一,第五届气象经济论坛9月10日在北京举办。论坛以“‘十五五’启航:气候变化与绿色能源的韧性协同”为主题,与会专家聚焦AI(人工智能)气象与新型电力系统、绿色能源、气候治理的深度融合话题,并就此展开讨论。论坛同步汇聚政府、研究机构、产业界与社会组织多方力量,共商共促能源气象融合发展。

能源气象协同势在必行

全球能源互联网发展合作组织驻会副主席刘泽洪表示,从能源对气象的影响看,化石能源燃烧产生的二氧化碳约占全球碳排放量的85%,能源活动甲烷排放占人类活动甲烷排放量的约1/3,过度依赖化石能源是导致气候危机的根源。从气候对能源的影响看,全球气候变化持续加剧,极端天气事件出现频率更

高、强度更大、范围更广,对能源系统安全稳定运行带来全方位挑战。

数据显示,截至今年7月底,我国新能源装机19.8亿千瓦,占总装机比重超过48%,其中光伏装机12.9亿千瓦,首次超越煤电装机,成为第一大电源。我国清洁能源每年新增装机已连续3年占全球一半以上。

“但光伏发电是靠天吃饭,具有很强的随机性和波动性,随着新能源占比持续提升,电力系统调度难度与日俱增。”刘泽洪介绍道,气象和气候变化导致电力供需两端剧烈波动,对电网安全稳定运行造成严重挑战。面对新形势新挑战,我国亟须加快推动能源与气象协同融合发展,构建气候适应型新型能源体系,全面提升能源系统的韧性和安全水平。

“新能源发电出力的随机性、波动性和间歇性特征,决定

了气象服务对新型电力系统已从过去的辅助性保障,升级为安全稳定运行的刚性需求。”中国气象服务协会会长许小峰表示,气象数据与能源电力业务的深度融合,正在催生一个规模可观、增长迅速的产业新蓝海。

“多发频发的全球极端天气事件,对能源基础设施和电力系统稳定运行带来严峻的挑战。推动气象与能源深度融合,协同增强系统韧性,既成为现实需要,也是建设能源强国、参与全球气候治理的必然选择。”中国质量认证中心党委副书记、总经理刘钢建议,共建跨领域标准与认证体系,共推国家质量基础设施(NQI)应用落地。在重点新能源产业集群和电力系统试点区域联合贯标及开展气候韧性认证试点,打造可复制推广的实践样板。

全球能源互联网发展合作组织“两委”专家万海滨则从4个

方面分享了全球气候治理中的气象能源合作与韧性共建实践:统筹能源气象规划,开展联合攻关研究;搭建数据共享桥梁,耦合电力气象大模型;优化评估体系和预警机制,完善标准规范体系;加强国际交流合作,传播韧性协同中国方案。

能源设施规划 需前瞻气候风险

“全球气候治理长期面临一个核心命题:未来最具现实依据的全球增温水平究竟将达到多少,这一判断直接决定气候韧性投资规模及适应策略的成本与效益权衡。”中国工程院院士张小曳表示,以中国碳中和路径与各国自主贡献目标形成的全球排放情景为基础,多个地球系统模式的模拟预估结果表明,在该情景下全球表面温度到2100年增温约1.93℃,气候变暖增速在2050年之后将显著放缓,全球二氧化碳排放量有望在21世纪50年代后期达峰,全球温度则将在21世纪60年代初至中期达峰。若21世纪50年代以后,全球增温能稳定在2℃水平,格陵兰岛与南极冰盖的冰量损失将得到有效遏制,冻土碳排放风险将大幅度降低,气候适应成本亦将显著下降。

在资源普查层面,中国气象局公共气象服务中心首席科学家申彦波介绍,2024年起,我国选取河北、内蒙古、青海、西藏、浙江、上海6省(区、市)开展风光资源普查试点工作。今年,风光资源普查已从六省(区、市)试点向全国铺开。

中国气象局建成的全国首个10年以上、1公里分辨率、逐小时风能和太阳能资源数据集,覆盖60-300米高空多层风资源图谱及地表太阳辐射三要素。资源评估已从传统“资源量”升级为包含波动特性、互补特性和灾害性制约因素的“资源禀赋”综合评估,2026年起每月发布《全国风能太阳能资源监测月报》。“这意味着,每一座待建风场和光伏电站的选址,都将拥有十年级、公里级的精细气象‘基因档案’。”申彦波说。

而能源设施一旦建成,将长期面对未来气候的考验。清华大学全球变化研究院院长、地球系统科学系教授罗勇认为,在气候发生显著变化的大背景下,新能源系统所面临的能源韧性建设需求跟以前大不一样了,能源设施规划要把极端天气充分考虑进去。

“从目前已知的预测结果来看,在本世纪末前,无论是全球还是区域温度都会呈现持续上升态势,但是降水变化有比较明显的区域差别,所以,在构建未来可再生能源发展规划时,首先要将气候的长期变化趋势考虑进去。”罗勇指出,极端天气气候事件频发、多发、强发,已是一个非常显著的现实,且未来随着气候总体变暖,像高温热浪、强降水、强台风这样的极端事件可能会更频繁地发生。因此,无论是能源设施的总体规划,还是具体到某一个风电场、光伏电站的设计和选址,都需充分考虑极端天气气候事件。

近年来,地处河西走廊最西端的甘肃省敦煌市充分发挥风资源优势,大力发展风电产业。2022年,首个风电项目在敦煌市北湖风电基地并网发电。目前,敦煌市已建成风电项目108万千瓦,在建及待建项目约195万千瓦。

图为9月13日,运维人员在甘肃省敦煌市北湖风电基地1#330千伏升压站巡查。

新华社发(张晓亮/摄)



“中国石化的长城AI(人工智能)智能系统会修泥浆泵吗?它懂钻具组合、能防范井下复杂情况吗?它可以识别井队安全隐患吗?”刚入职中石化中原石油工程科威特公司(以下简称“科威特公司”)的巴基斯坦青年井架工穆罕默德·约瑟夫满心好奇地问道。

“会、懂、能。”科威特公司钻井总监庄绪财笃定地回答。不止于此,长城AI智能系统凭借“十八般武艺”多维赋能钻井生产,悄然重塑石油钻井行业的安全发展格局。

依托长城AI智能系统“坐诊把脉”,井场迎来了永不疲倦的安全哨兵。

据了解,传统钻井安全管控高度依赖老师傅巡井、人工盯守等模式,效率有限、覆盖面有限。随着长城AI智能系统落地应用,现场安全监控效能大幅度提升。该系统可实时解析视频

画面、精准识别现场隐患。员工安全带佩戴不规范、作业站位不合理等各类违章细节,均能被精准捕捉。智能视频巡检将有效遏制施工现场“三违”问题。

预判井下风险,更是长城AI智能系统的核心优势。工作人员只需录入作业类型、设备运行参数等基础信息,系统即可智能检索历史井下复杂案例数据库,精准预判卡钻、井漏等潜在风险,自动生成三维可视化风险热力图,让井下隐蔽风险直观可见、可控可防。

在此基础上,科威特公司依托长城AI+Python编程技术,自主研发安全风险预报自动化系统。基层队伍只需在生产日报中勾选当日施工工况,系统便可自动抓取核心关键词,快速生成

风险清单与精准管控措施,智能预判风险,精准治理隐患。

不仅如此,借助长城AI智能系统“开方配药”,深井钻井施工拥有了强劲智慧大脑。

科威特工区深井普遍存在高压、易塌、易漏等复杂地层难题,邻井数据调研、钻头选型、钻具搭配、参数优化等工作,以往完全依靠技术人员经验判断,一旦出现疏漏,极易埋下安全隐患。

如今,长城AI智能系统化身资深智能钻井工程师,可快速调取地质资料、完成数据对比分析,结合目标地层特性,智能筛选适配钻头、科学设计钻具组合、优化全套钻井参数,一键输出标准化、专业化施工方案。自长城AI智能系统投入辅

助施工以来,科威特公司深井钻井施工效率提升近20%。

设备维保模式也实现迭代升级,彻底告别“头痛医头、脚痛医脚”的被动局面。工作人员录入设备图纸、运行日志等资料后,长城AI智能系统可对标海量故障数据库,提前预判轴承磨损、管路老化等潜在设备隐患,同步推送标准化检修流程,精准指导泥浆泵、顶驱等核心设备日常维保,杜绝突发故障,保障设备连续安全平稳运行。

此外,依托长城AI智能系统固本强基,井队现场迎来全能数字导师。科威特公司安全主管刘梦新依托长城AI智能系统搭建安全程序文件智慧学习平台,支持井队员工随时随地一键调取贴合现场工况的安全规范制度,

精准夯实全员安全理论基础。

为切实提升外籍员工岗位素养,井队安全官徐养超依托长城AI智能系统制作中英双语培训课件。课堂授课期间,员工可通过该系统实时互动问答,平台可精准捕捉全部员工安全知识薄弱点,让培训靶向发力、直击痛点,大幅度提升了培训实效。

SP-285队外籍钻井费尔南多·萨米拉由衷赞叹:“这位‘数字师傅’,教会了我许多实用、硬核的岗位技能!”

“以往多名工程师耗时数小时才能完成的风险评估报告,现在在长城AI智能系统仅需几分钟即可高效完成,真正助力石油钻井服务实现安全、效率双向提升。”科威特公司副经理李建锋如是说。

长城AI护航深井施工显神通

► 杨红苏 顿永