

科技赋能保电再升级 绿色能源点亮“四叶草”

——国网上海电力全力护航进博会供电安全

■ 施维然 徐晨 吴晓旭 茅裴雯 吴敏

十一月的上海, 秋意正浓, 第八届中国国际进口博览会(以下简称“进博会”)在此举行。形如“四叶草”的国家会展中心再次迎来了全球宾客, 共襄盛会。在这一国际盛事成功举办的背后, 是国网上海市电力公司基于前七届保电经验的总结, 推出智慧保电8.0系统, 并首次构建了“四主动”(主动运维、主动改造、主动抢修、主动服务)工作模式, 借助数字和信息技术, 为进博会提供全方位、多层次的供电保障。

“空天地”协同 主网设备更坚强

作为进博会供电保障的“主动脉”, 上海主电网的安全稳定运行至关重要。国网上海电力运用多项数字化巡检技术, 持续提升主网设备运行稳定性, 为大会顺利举行筑牢电力保障防线。

“正在上传巡检记录。”进博会开幕前夕, 在承担国家会展中心上级供电任务的一座变电站内, 一台名为“天枢”的自主巡检机器人将刚刚完成的巡视记录上传至变电站智能巡检系统中。这台在2025年世界人工智能大会上亮相的最新成果, 搭载了多模态智能感知系统, 集成了高分辨率可见光、红外热成像、超声传感技术, 不仅能精准识别屏柜内信号指示灯等精密部件及变压器本体等设备的运行状态, 还可以自主执行局部放电试验等检测任务。在进博会期间, “天枢”机器人驻守重要变电站, 全程守护站内设备运行安全。

除了站内巡检的“新伙伴”, 空中巡检体系也全新升级, 成为了保电队伍的关键支撑。由国网上海超高压公司输电专业工程师何冰团队最新研发的“天擎”特高压输电线路作业机器人, 可快速消除输电线路安全隐患, 显著增强上海电网应对多元风险的综合能力。“天擎”自带导轮可以在导线上自由移动, 通过搭载的深度相机、可视化相机、激光雷达等多模态传感器, 并融合AI算法, 可精准识别百米高空的微小缺陷; 此外, 它还配备了风速与力反馈传感器, 在8级大风中依然可保持毫米级的操作精度。“9月25日, 在1000千伏安塘线消缺作业中, ‘天擎’用机械臂精准地将一根2毫米细销钉插入4毫米销钉内, 仅用20分钟就完成了全部作业内容。”国网上海超高压公司输电运检中心现场工程师袁天介绍, “而过去, 作业人员需身着全套屏蔽服、装备好防护用具后登上百米高塔上, 完成同样的工作量需耗费数小时。”

随着高空精细化作业能力提升, “空、

天、地”协同巡检体系也在不断完善。在进博会所在的青浦区某重要输电通道内, 无人机巡检作业车部署于保电驻点, 该车配备两台无人机及配套充电系统, 具备快速充电续航、双机同步起降、盲区协同作业与数据实时回传等功能, 实现上海主网适航区内220千伏及以上架空输电线路的无人机巡视全覆盖。今年6月, 国网上海电力针对重要输电通道和变电站, 开展了固定式无人机机场及移动式无人机作业车的布置工作, 目前已覆盖354.75平方公里的输电线路区域, 显著提升了无人机巡检及应急响应能力。

前沿设备为进博会保电构筑了坚实的“硬件防线”, 后台系统则为保电提供了“智慧支撑”。目前, 国网上海电力已完成所辖范围内新一代集控站的主网智慧运维平台布设工作, 该平台基于光明电力大模型开发, 集成数字化运维手段, 实现主网设备状态实时监控, 打通多源异构数据间的壁垒, 形成数据“聚、通、用”智能闭环, 构建了主网运维管理新模式。

为确保设备“零缺陷”投入进博会保电工作, 国网上海电力提前对国家会展中心、世界会客厅、黄浦江两岸灯光区等重要场所以及主网“五交四直”入沪输电通道和相关变电站、换流站开展专项巡检, 并根据巡检结果编制保电设备的“一站一案”“一线一案”。组织各供电公司、超高压、电缆及直流公司等14家设备管理单位提前部署进博会各项保电事宜, 编制完成各类设备运检专业保障方案16份, 组建了从主网至配网, 从核心到全域的4层设备运检保障体系。进博会举办前, 国网上海电力开展了多轮巡检, 累计完成保电线路巡视2385条次, 8081公里, 重要变电站巡视517座次; 投入巡视人员1520人次、车辆792车次; 排查治理缺陷隐患191处。

“四主动”模式 场馆保电更智慧

国家会展中心作为进博会核心场馆, 其供电保障是重中之重。国网上海电力升级了全景智慧供电保障系统至8.0版本, 并首次构建“四主动”工作模式, 以科技赋能, 织密进博会供电安全防护网。

“110千伏诸光站主变负载率28%, 无人机巡检通道障碍已清除, 应急电源车全部就位待命。”在110千伏诸光站全景智慧供电保障系统8.0控制大屏前, 国网上海青浦供电公司运检部现场工程师李雅晴正逐项核运行数据。

较之以往, 今年升级至8.0版本的“四主动”模式, 通过科技赋能, 实现了供电保障能力的全方位提升。“主动运维”基于无



图为国网上海电力工作人员在国家会展中心南广场检查用电设备运行情况。吴晓旭/摄



图为国网上海电力输电运维人员对进博会重要输电线路开展全面巡视。徐晨/摄



图为国网上海电力“天枢”智能巡检机器人在进博会重要变电站开展户外设备巡视。张黎琳/摄

人机技术, 通过构建“固定机巢+移动巡检”一体化模式, 实现无人机自动起降、远程调度巡检与图像实时回传; “主动改造”通过引入理论可靠性分析系统, 结合线路雷达图与机器学习模型, 对低可靠性线路进行逐线深度分析, 精准定位薄弱节点, 并生成差异化改造方案; “主动抢修”针对大风雷电等恶劣天气, 借助配电自动化、台区总表及HPLC电表等构建的透明化电网管理体系, 实现因灾停电用户的快速复电; “主动服务”聚焦于探索新能源“主配微”协同电压调节, 创新推出电压协同治理方案, 通过调用光伏资源调节无功功率, 提升电压合格率, 实现电网与用户的协同共治。“以主动运维为例, 该系统在巡检过程中依托无人机自适应巡检技术, 可精准识别导线异物、树障等隐患, 推动巡检模式从“人工找问题”向“智能报隐患”转变。”李雅晴介绍。

在进博会主会场国家会展中心内, 智慧供电保障系统迎来全新升级。国网上海电力通过引入数字孪生技术与AI智慧决策模型, 实现电力保障从传统“事后抢修”向“事前预防”转型。通过站内摄像头和机器人开展远程巡视, 生成设备巡视报

告, 这些数据被传输至数字孪生智慧保电系统, 依托高密度采集数据, 实时监控保电现场设备运行状况, 实现客户侧重点保电设备以及光伏发电的全景监控。“我们在进博会场馆内, 部署了6013个数据采集点, 98套局放在线监测装置, 15套变压器声纹检测装置, 5套ATS柜体声纹装置及10套动环监测装置, 构建起覆盖所有场馆用电设备的实时健康评价与故障预测体系, 力求将设备隐患消除在萌芽状态。”国网上海青浦供电公司现场工程师王子畅表示。

此外, 国网上海电力以此进博会为契机, 聚焦重点保障用户, 已将63家重要敏感用户接入智慧保电系统, 量身打造“电力管家”服务。基于AI技术架构, 创新构建助手模块大模型和感知预测小模型, 开展多维度、全周期的在线监测智能分析, 自我学习并不断完善供电保障策略, 实现保电任务潜在风险的提前预警, 确保“一户一案”保障方案精准落地。

据悉, 进博会期间, 国网上海电力安排2500名专业人员对重要站点、线路开展值守和不间断巡视。全市范围内, 3100余名抢修人员、891辆保电车辆24小时待命, 为

进博会顺利举办提供全天候、全方位供电保障。

“全绿电”办展 进博用能更低碳

近日, 随着国网上海电力密集开展的11月省间绿电交易结果发布, 上海与江苏、安徽达成11月绿电交易合作, 成交量共约1.3亿千瓦时, 第八届中国国际进口博览会实现100%绿色用能办展。这已是进博会连续三年全绿电办展, “绿色”已成为进博会的能源底色。

目前, 上海11月单月绿电成交量突破10亿千瓦时, 创历史单月新高, 预计可减少二氧化碳79.8万吨, 有效推进“绿色清洁发展”, 展现了上海在推进绿色低碳发展方面的坚定决心。

自10月起, 国网上海电力便在华东能源监管局和上海市政府主管部门的大力支持下, 积极推进本届进博会的全绿电办展工作。在北京电力交易中心和国网华东分部的指导和组织下, 依托全国统一电力市场和长三角电力市场的深入推进, 国网上海电力构建了“跨区、区内、市内”三级联动的绿电供应模式, 密集开展多场绿电交易。最终, 本届进博会期间, 全市绿电实现了从西北、东北、华东多个区域以及上海本地的联合供应。

在前两年成功交易的基础上, 国网上海电力今年继续积极服务国家会展中心(上海)入市参与绿电交易, 多次围绕绿电政策解读、入市交易操作、合同签订等核心内容进行专项辅导, 还着重介绍了绿色电力消费核算体系, 通过绿色电力消费核算清单实现进博场馆绿色用能的精准核算, 让企业绿电消费数据“算得清, 算得准”。

进博会期间, 通过北京电力交易中心e交易平台, 国家会展中心成功购入绿电800万千瓦时, 全面覆盖进博会场馆用电需求, 实现百分百绿色用能、零碳办展。通过长三角省间抽蓄容量互济首次交易, 实现安徽响水涧抽蓄容量支援上海, 可替代上海37.5万千瓦的煤电发电出力, 有效减少二氧化硫、氮氧化物等污染物排放, 有力保障进博会期间上海及周边地区空气质量。

值得一提的是, 国网上海电力不仅满足了国家会展中心(上海)的全绿电办展需求, 还充分发挥进博会的“示范效应”, 促进了以参展企业为代表的上海广大用户的绿电消费。全绿电办展“梅开三度”之后, 进博会已成为上海大型展会低碳转型的标杆。

八载同行进博会, 卓越保障创新篇。国网上海电力秉持“一失万无”的理念和“时时放心不下”的责任感, 凝聚起强大的保电合力, 以归零心态全力以赴做好进博保电工作, 为更好地服务上海加快建设具有世界影响力的社会主义现代化大都市增势蓄能。



图为国网上海青浦供电公司客户经理在进博会现场指挥中心, 依托“智慧保电数字孪生系统”开展安全用电检查工作。吴晓旭/摄



图为国网上海电力工作人员查看全景智慧供电保障8.0系统。吴晓旭/摄



图为上海电力交易中心工作人员研究进博会绿电交易事项。郭健/摄



图为国网上海电力工作人员在进博会现场指挥中心, 依托“智慧保电数字孪生系统”开展安全用电检查工作。吴晓旭/摄