

人工智能赋能新型配电网建设,推动能源数字化转型

乔骥 李家腾 李烨

近日,由中国电力科学研究院牵头申报的“人工智能驱动的新型配电系统态势感知与智能决策系统”(以下简称“项目”)入选2025年中国科协企业科技工作者评价案例库,并从全国1000余项申报成果中脱颖而出,成功入选“攻坚克难优秀案例”百强榜单。这一殊荣体现了项目团队在电力领域人工智能技术创新方面的突出表现,同时也为智慧配电网的数字化转型提供了典型示范。

推动配网数字化转型,破解行业发展难题

配电网作为电力系统连接用户的“最后一公里”,其运行的安全性、可靠性直接关系到电力供应的质量。在“双碳”目标持续推进的背景下,以分布式新能源发电和电动汽车为代表的新型灵活资源大规模接入配电网,使得配网运行呈现出更加复杂的特性。配网运行环境越来越呈现时空的开放性、随机性、互动性等特点,调控运行所面临的挑战也日益增多,主要表现为运行方式的海量化、计算分析的高维化以及风险分析的复杂化态势。

传统配网由于点多面广,部分地区量测设备覆盖不全,导致电网末端感知能力较差,异常状态难以及时监测。此外,由于配

网运行状态受到分布式源荷随机性强、变化速度快的影响,极易发生随机性故障,传统依靠人工的调控模式在响应速度和效率上较难跟进,亟待实现数字化、智能化的全面转型。

面对上述挑战,在国家电网公司设备部、数字化部指导下,中国电力科学研究院联合多家高校,基于光明电力大模型,组建了跨专业领域的攻关团队。项目团队聚焦人工智能技术在配电网深度应用,突破了配网态势感知、智能推理、决策优化等多环节关键技术,研发了“大小模型协同”的新型配电系统态势感知与智能决策系统,有效提升了配网系统的数字化智能化水平。

科技创新成果频出,实现核心技术突破

该项目在技术攻坚过程中,实现了多个领域的创新性突破,为新型配电系统提供了从感知到决策的全方位智能化解决方案。

首先,在配网态势智能感知方面,项目团队解决了因量测数据不完整、拓扑信息不准确造成的配网实时态势难以精准计算的问题。团队创新性地引入了图计算与图深度学习技术,建立了融合电气连接信息与多时间尺度量测数据的配网图模型,通过多任务联合的图深度学习模型,成功实现量测信息补全、线路参数校

核误差控制在10%以内、动态拓扑追踪精度达到98%以上、分布式源荷预测精度超过88%、电压估计误差低于0.01 p.u.,大幅提升了配网态势的智能感知水平。

其次,在配网知识计算与智能推理方面,团队针对配电网数据资源转换困难的问题,提出了一种基于算子引擎的配网多模态知识计算推理中枢平台。通过电力机理数据的精准引导,构建了支撑城市配网智能调度决策的核心知识库,实现了超过15000个知识计算节点的有效管理与推理。

再次,在配网调度决策大模型智能体建设方面,针对配网运行调度中面临的数据海量异构、风险溯源及优化决策推理难题,项目团队研发了一体化配网调度决策大模型智能体,首次实现了调度大模型思维链与大小模型的有效协同,将态势感知、风险认知和人机协同决策进行了深度融合,使得智能化调度决策成为现实。

此外,在分布式资源协同优化调度与故障处置智能决策领域,团队基于多智能体深度强化学习构建了一套源网荷储自主智能调控系统。通过群体智能技术,大幅缩短了非线性非凸模型优化决策计算的时间,在千节点规模的配网调度中,实现了优化策略计算时间小于5秒。同时,团队研发的配电网故障处置智能决策系统,也将随机故障辅助决策



的在线生成时间压缩到了1分钟内,有效提升了配电网新能源消纳能力及整体运行可靠性。

汇聚复合型人才团队,打造行业领先的科研力量

中国电力科学研究院作为我国电力行业综合性的科研机构,长期致力于电网领域的科技研发和技术创新。该院人工智能研究所作为国家电网公司人工智能分析及应用研究中心,其数据智能技术研究室(简称“数据室”),依托国家电网有限公司电力系统人工智能技术及应用实验室、中国电力科学研究院全模态能源互联网仿真中心等科研平台,在电力时序预测、电网调度智能决策等方面开展前沿研究,取得了一批具有自主知识产权的原创性成果。

数据室团队汇聚了电网调度与人工智能专业的复合型人才,以人工智能技术赋能配网转型升级为核心目标,承担了国家级和公司级多个重要科研项目,持续推进科技攻关、标准制定以及技术的示范应用。研究成果广泛服务于发展规划、设备管理、营销调度等业务方向,旨在提供专业的数据分析与预测人工智能共性技术支撑平台。

此次项目成功入选中国科协“攻坚克难优秀案例”百强榜单,是数据室团队综合科研实力的充分体现,也是对该团队在电力人工智能领域持续深耕的高度认可。展望未来,中国电力科学研究院及其数据智能技术研究室将持续推进人工智能技术的创新研究与落地应用,进一步加快配电网数字化转型进程,为实现“双碳”目标和建设新型能源体系提供坚实支撑。

浙江省武义县:从资源依赖到“五养”生态的破局密码

倪妃露

在长三角文旅产业同质化竞争日益激烈的背景下,浙江省武义县锚定“温泉名城,五养武义”核心定位,通过系统性资源转化与跨产业融合,成功探索出一条差异化发展路径。这座拥有1800年建县历史的江南古城将生态资本、文化基因与现代产业需求深度融合,实现了从传统资源依赖型向创新驱动型的华丽转身。其创新实践不仅为资源型地区转型提供了鲜活样本,更揭示了后工业化时代文旅经济发展的创新范式。

生态资本化:激活自然禀赋的经济价值

武义县依托高达74%的森林覆盖率这一得天独厚的生态优势,创新性地将“绿色资产”转化为“经济资本”。牛头山国家森林公园通过“垂直开发”策略,将海拔落差转化为多元体验场景。景区内精心设计的“森林疗愈步道”融入中医养生理念,设置12个特色休憩站点并配备专业艾草热敷服务,使游客平均停留时间从2.1小时显著延长至4.5小时。这一创新有效带动周边民宿集群高速发展,高端民宿平均房价突破1500元/晚,较改造前提升120%,年均增长率保持在28%。

温泉资源禀赋同样是武义的核心优势,日出货量达2.4万吨,



水温稳定维持在36℃至45℃之间。当地实施差异化开发策略,形成五大特色温泉度假区。其中,唐风温泉以宋代《营造法式》为蓝本复刻古建形制,成为现象级网红打卡地。更具战略意义的是投资450万元建设的13公里温泉管道网络,实现温泉入户,成功孕育出独具特色的“私汤经济”。在产业链延伸方面取得突破性进展,寿仙谷药业联合浙江中医药大学的研究证实,当地温泉富含26种微量元素,基于此建设的中医药温泉康养中心,规划设置30个专业理疗单元,预计年接待量可达30万人次,带动医疗旅游收入超2亿元。

跨界融合:构建产业协同新生态

武义的产业创新不仅限于生

态资源,更在于跨界融合的深度实践。大斗山飞行基地通过热气球观光、“星空露营节”等特色项目,单日最高接待量突破3000人次,带动周边农家乐营业额激增300%。更具示范效应的是全国汽车拉力赛的举办,赛事期间高端酒店入住率同比提升280%,清水湾温泉酒店房价从平日800元飙升至2200元仍一房难求。赛后三个月内,相关搜索量保持日均1500次的活跃度。这种“赛事经济”成功转化为产业动能,引进户外运动装备制造企业3家,其中浙江飞神集团投资5亿元的山地车生产基地已建成投产。

“武阳春雨”茶叶在获得欧盟有机认证和瑞士SGS“零农残”认证后,品牌溢价率高达40%。其星巴克抹茶原料基地创新开发的“茶园手作体验课”,包含抹茶研磨、和菓子制作等6项体验环节,客单价达300元仍供

不应求,年接待游客超5万人次。骆驼九龙黑茶文化园运用区块链溯源技术,推出的定制茶饼服务使游客参与度提升80%,带动黑茶销售额年均增长60%。产业链持续向康养领域延伸,茶疗SPA开发的12种特色理疗套餐和茶膳养生餐厅的创新菜品,正形成新的增长点。

文化赋能美食同样成效显著。《三餐四季》节目带火的武义醋鸡,其制作工艺源自清代“宣平厨娘”秘方,需经72小时古法发酵。节目播出后,相关餐厅营业额增长200%，“老宣平”餐厅日均翻台率达6次,节假日需提前两周预约。对宣莲“贡品”文化的深度挖掘,催生出包含9道创意菜的“莲宴”,使客单价提升至普通餐饮的2.5倍。古街小吃店采用“前店后坊”的“非遗+市井”模式现场制作宣平馄饨,实现42%的游客复购率,远超行业平均水平。

制度创新:构建高质量发展支撑体系

《武义县旅游业高质量发展意见》构建了“三位一体”政策支持体系:对新建优选项目给予最高1000万元奖励;提供50%的设计费用补助(单个项目上限200万元);“旅担贷”提供3%贴息的最高500万元贷款。政策实施两年来,带动社会资本投资23亿元,杠

杆效应达1:12.6,其中民营资本占比78%,充分激发了市场活力。

“一网通办”平台将企业开办时限压缩至0.5个工作日,实现“营业执照+税务登记+社保开户”一窗通办。“工业企业数智管理应用”实现政策“一键直达”,如“温泉产业专项补贴”审批时间从15天缩短至3天。税务部门“云坐席”服务使发票申领时间缩短45%,2023年累计高效处理文旅企业涉税事项1.2万件。

土地资源盘活方面,创新实施重点地块功能重构:溪里砖瓦厂地块保留工业遗址改造为博物馆;壶山地块规划“医疗康养+温泉社区”;溪里畈地块引进上海复星集团投资80亿元建设温泉乐园综合体;后郭山湿地公园采用“生态银行”模式。政府平台公司投资2亿元建设基础设施,以“成本价+合理利润”模式运营,确保可持续发展。

武义实践构建了“生态资本化—产业融合化—一制度系统化”的三维转型模型,其核心启示在于:将静态资源转化为动态消费场景,通过业态创新产生乘数效应,用制度变革降低交易成本。当前,“温泉+医疗”“茶+康养”“中医药+旅游”等模式仍在持续深化,这座江南古城正从传统文旅目的地升级为县域经济高质量发展的创新实验室,其经验对长三角乃至全国同类地区具有重要的借鉴意义。