

0.3秒识别违规、98%预测精度、人均劳动生产率提升200%

# AI技术重塑能源全产业链

■本报记者 董梓童

率双提升。

智能制造在新能源领域的应用也大大促进了效率提升。TCL中环通过自主研发的智能装灌料系统,实现装灌料任务自动下发与执行、从来料到出库的全流程拉通。TCL中环拉晶核心工序的人机比从2009年的4台/人提升至384台/人,实现了近100倍的飞跃式增长,人均劳动生产率较行业提升200%。

## ■ 提升全链条效率

不仅是生产制造环节,AI的应用正在深刻重塑能源产业的全链条,从最初的图纸设计一直到后续的运营维护等各个方面。比如,在图纸设计阶段,AI技术通过高级算法和机器学习模型,能够快速生成优化的设计方案,同时考虑到材料成本、结构强度及环境影响等多种因素,大大提高了设计效率和质量。这不仅缩短了项目周期,还能有效降低成本。

姜耀东告诉《中国能源报》记者:“AI图像识别技术也在煤矿场景中快速落地。如今,可以利用智能摄像头识别矿工未佩戴安全帽、误入危险区域等违规行为,系统可在0.3秒内发出声光警报,并将违规记录同步至管理平台,某矿区应用后违章操作发生率下降62%。勘探环节的智能化工突破同样显著,部分企业通过GIS系统与AI算法融合,建立三维地质模型预测煤层分布,使勘探周期缩短50%,资源开采率提升15%。”

东方日升相关负责人表示,通过光储电站解决方案,可以帮助客户在发电和电网侧获得最大收益。“想象一下,您身边有一位随时待命的智能专家,帮助管理电站的每一个环节。我们的RisenCloud具备自我学习和进化能力。它通过分析电站数

据和用户习惯,持续优化电站运行,确保电站在各种条件下都能保持最佳状态。同时,借助自然语言交互,可以轻松实现智能化管理,告别复杂的操作流程,像与专家对话一样便捷。”

## ■ 驱动多能互补

张军表示:“未来,能源和AI结合,生产上会更智能。比如精准预测煤炭储量,合理安排生产。安全管理也会升级,靠AI分析监测数据,提前发现风险。在环保方面,能智能管控污染物排放,实现绿色发展。”

姜耀东提出,除生产流程深度优化、设备智能运维外,未来,传统能源与AI结合将体现出能源系统协同管理的发展趋势。“AI驱动多能互补,例如智能微电网整合风电、光伏、储能设备,动态调节能源供需。传统火电厂可结合AI实现与可再生能源的灵活调度,提升电网稳定性。此外,在碳管理与绿色转型方面,AI将助力传统能源企业量化碳排放,优化减排路径。例如在炼油环节,AI算法可调整工艺参数降低能耗,配合碳捕集技术实现低碳生产。”

东方日升相关负责人认为,AI具有强大的数据分析和智能决策能力,未来将与“源网荷储”各环节深度融合,实现更精准的发电预测、负荷调度和储能管理。值得注意的是,随着新能源占比不断提升,其波动性和间歇性给电网带来挑战,“AI+源网荷储”一体化可优化能源配置,提高新能源消纳能力,助力能源转型。与此同时,在能源产业链各个环节,AI的加入将助力催生新的商业模式和服务,如虚拟电厂、分布式能源交易等,为产业发展注入新动力。

## 电力系统成AI技术“新阵地”

■本报记者 王林

标普全球大宗商品市场洞察日前发布《2025年清洁能源技术主要趋势》指出,AI为清洁能源技术带来革命性变化,深刻改变可再生能源部署和电网运营情况。当前,可再生能源发电量预测和电网规划,已经成为AI在清洁能源行业应用的两大方向。

## ■ 有效减轻发电量偏差风险

标普全球大宗商品市场洞察指出,随着风能和太阳能等间歇性可再生能源发电占比不断增加,对精确发电量预测的需求水涨船高。基于AI的交易应用程序可以有效降低预测发电量与实际发电量之间的数据偏差。通过采用预测建模技术和机器学习,AI正在用于开发先进的工具来预测天气和发电量,从而实现更准确的价格预测和自动化交易策略。

针对电网规划方式,可再生能源比例上升对电网稳定性构成挑战,但同时也为数字化和AI应用提供了更多机会。尽管存在传输系统复杂性和数据碎片化等障碍,但业内已经开始尝试利用AI进行电网规划。此外,随着AI在能源领域应用不断发展,预计较小型配电系统将率先采用AI技术解决方案,为未来在更大、更复杂的输电系统中的广泛应用铺平道路。

例如,智利国家电力协调局计划今年采用谷歌的AI解决方案进行电网规划。美国南加州爱迪生电力公司与英伟达达成合作,开发一款基于AI的电网规划工具,旨在增强电网韧性、维护和事件管理能力。西门子能源则利用AI和英伟达的平台创建变电站变压器数字孪生,以加强预测性维护,提高电网恢复能力。

日前,中国华能完成DeepSeek系列模型的本地化部署,推出“睿智小能”AI助手,通过分析天气数据和历史运行数据,能够精准预测风力、光伏发电的功率输出,帮助新能源电站优化发电计划,提升能源利用效率。在电网侧,针对预测与调度,中国华能将工业过程温度控制系统与“睿智小能”AI助手相结合,保证温度精准控制与快速响应,并根据历史数据给出控制参数建议等。

## ■ 提供决策支持和预测性规划

业界普遍认为,利用AI可以对电网负荷进行预测、优化配置电力设备和运行,同时还能实现电力系统在线仿真和测试。一方面,在传统的电力系统规划中,对未来的电力负荷进行预测是一个关键环节。过去的预测方法往往基于历史数据和统计学方法,准确度有限。而通过AI,可以利用大数据和机器学习算法,结合各种影响因素,对未来的电力负荷进行更精准的预

测,从而更好地分配电力资源,避免供需不平衡和电网过载等问题。

另一方面,传统电力系统规划中,往往需要人工根据经验来选择合适的变电站、变压器和输电线路等电力设备。而通过AI,可以根据电力系统的结构和装机容量等参数,利用优化算法自动化地进行设备配置,不仅大幅提高规划效率,并且减少规划过程中的人为错误。同时,还可以实现电力设备的智能调度和优化配置,以最大程度地提高电力系统的工作效率、降低能源消耗。

此外,传统的电力系统规划需要建立复杂的模型,进行离线的仿真和测试,这往往需要大量的时间和资源。通过AI,可以减少规划过程中的时间和成本,提高规划质量和工作效率。通过在虚拟环境中对电力系统进行快速测试和评估,为实际建设提供参考,并提前发现潜在问题。

## ■ 成推动公用事业发展催化剂

当前,电网主要通过单向系统将数个大发电厂与众多用户连接起来,随着太阳能和风力发电场与安装了太阳能电池板、蓄电池和电动汽车充电器的家庭和建筑物相连接,电网将逐渐成为双向输电、灵活的分布式网络。这意味着行业需要实时处理和分析海量数据的自主控制系统。美国国家可再生能源实验室指出,AI将通过为大规模集成能源系统提供快速高效的模型、高保真场景和随机优化方案,帮助改变未来电网的规划范式。

对公用事业公司来说,AI是推动业务增长的催化剂,尤其是在优化电网规划、预测性维护和改善能源效率方面。通过分析来自智能电表、天气预报和历史使用模式的大量数据,AI可以非常准确地预测能源需求,而且还可以防止电网过载和利用不足。

英伟达首席执行官黄仁勋曾公开表示,生成式AI这一新的工业革命正在改变公用事业及该领域客户的未来。在由AI和加速计算驱动的新工业革命中,电网和管理电网的公用事业公司将发挥重要作用。黄仁勋认为,AI对于公共事业最大影响和回报在于电力输送。“AI可被应用在能源配送和电网管理方面,电力系统犹如共享经济商业模式,将资源和用户连接起来,支持用户将多余的电力出售给邻居。”

“电网现代化是一切。”全球领先网络安全公司派拓网络可持续发展、气候和清洁能源主管文斯·迪尼奥强调,“可再生能源发电量增长,敦促我们需要建设更智能的电网。AI算法不仅能够预测可再生能源输出,还能相应地调整电网运行,而且通过预测性维护减少停机时间,将在推动电网现代化规划方面发挥核心作用。”

## 数智化「织网」守护石油化工罐区安全

■本报记者 渠沛然

罐区作为石油化工产业链的枢纽,承担着原料存储、生产衔接与产品转运的关键职能。由于存储物质多为易燃易爆、有毒有害化学品,罐区需通过严格的温度、压力、泄漏监测等手段保障安全运行,传统依赖人工监测与经验决策的模式已难以应对复杂的安全与环境挑战。

“随着数智技术持续应用,可以明显感受到当前石油化工罐区正朝无人化、低碳化、智能化方向转变。石油化工罐区也正通过数字孪生、5G、AI等技术提升管理水准,重塑仓储竞争力。”中国自动化学会石油化工应用专委会副秘书长陈彦峰在日前举行的2025第七届全国石油化工数字化罐区论坛上表示。

多位与会专家指出,目前,石油化工罐区数字化已初具成果,未来可探索分阶段、差异化的改进策略,让数字化智能化成为石油化工罐区安全升级的“新引擎”,助力罐区安全绿色发展。

## ■ 技术多了人少了

石油化工罐区作为石化行业的关键一环,安全高效运营对整个产业链稳定至关重要。数字化技术不仅提升了罐区安全性与可靠性,还通过实时监控储罐状态,提前预警腐蚀、泄漏等风险,有效降低事故发生率;优化了自动化调度系统与数字化平台的整合效率,显著提高了库存周转率与能源利用率。

当前,政策引导与企业实践也在共同推动行业转型。根据《石化化工行业数字化转型实施指南》,到2026年,行业要实现关键工序数控化率85%以上,并培育50家智慧化工园区。《原材料工业数字化转型工作方案(2024—2026年)》亦将石化化工列为重点领域,要求加快数字化转型与智能化升级,推动罐区等关键环节的“填平补齐”工程,完善智能感知设备与网络基础设施。

在企业实践方面,如中国石化、中国石油已率先完成罐区自动化升级,应用DCS控制系统、智能传感器等技术,初步构建了数据驱动的管理框架。兰州石化通过数字化转型项目实现能源实时监控与安全预警,能耗可视化率达90%,隐患识别效率显著提升。国家能源集团等企业通过工业互联网平台整合罐区安全、环保、能耗数据,探索“数字孪生+5G”融合应用,推动运维模式向预测性维护转型。

“数字化技术的逐步应用为罐区管理提供了新可能,可以明显感受到技术应用更多了,工作人员却减少了。”与会人士表示。

## ■ 转型面临“阵痛”

中国化工流通协会仓储分会会长金勇指出,目前,协会近70%的会员单位已启动仓储管理系统升级,罐区正从自动化向智能化迈进。

“尽管数字化正在重塑仓储竞争力,但不少企业仍面临运营成本攀升与安全监管强化的双重压力,行业普遍存在数据利用率低、系统孤岛等问题。”陈彦峰表示。

一方面,技术与管理瓶颈仍存。当前,部分企业内部系统独立运行,数据标准不统一。例如生产、安全、环保部门数据难以互通,影响协同效率。而部分罐区存在电磁干扰、网络延迟等问题,数据传输稳定性不足,制约实时监控能力。

另一方面,安全与合规风险并存。数字化系统引入后,网络安全威胁加剧。此外,环保与安全法规趋严,企业需确保数字化改造符合《危险化学品安全管理条例》等要求,合规成本提升。

与会人士指出,石油化工仓储企业在经营上还存在罐容利用率低、中转次数少、客户不稳定等问题;在管理上则存在投入不足、标准过低、人才缺失、技术落后等短板。“目前,长三角地区石油化工仓储整体发展较好,罐容利用率和周转率较高。但许多企业,尤其是中小型企业普遍缺乏资金与人才,存在‘重硬件轻软件’误区,数字化战略规划能力薄弱,转型能力不足。”陈彦峰分析道。

## ■ 探索实践应对变革

对于未来如何持续以数字化、智能化赋能石油化工罐区转型升级,与会专家建言献策:一是开发适配化工仓储特性的轻量化数字工具,降低中小企业转型门槛;二是构建覆盖危化品全链条的数字化追溯体系,提升供应链透明度;三是探索新能源储运与数字化技术的结合路径,为绿色供应链发展提供支撑。

“传帮带”和“试点”亦是破解行业数智化难题的有效方式。与会专家建议,可鼓励中石化等企业建设集团级工业互联网平台,带动中小企业接入。此外,以徐州高新区、南京扬子石化等为标杆,整合罐区安全监控、环保管理等功能,形成可复制的“数据共享+智能运维”模式。

陈彦峰强调,企业在布局数字化战略时仍面临诸多阻力,专业人才与技能的匮乏是主要障碍之一。“企业数字化转型依托新技术而生,而技术不断发展也对数字化人才提出更高要求。需深化技术融合与人才培养,联合高校开设智能制造课程,培养‘懂业务+信息技术’的复合型人才,缓解专业人才短缺问题。”

更重要的是,仓储企业应积极引入智能化技术与先进的安全环保技术,创新业务路径。除实现内部业务的纵向一体化运营外,还需推动横向一体化运营,例如网络化布局、客户信息共享、异地通存通兑、储罐码头互联互通,并与金融、监管、保险等领域互促发展。