

电力具身智能实现从“人巡”到“智巡”

► 孙庆阳

2025年10月,由中国电力科学院有限公司人工智能研究所发起申报的国际大电网委员会(CIGRE)“电力具身智能技术及应用”工作组正式成立,其使命之一是建立国际通用的电力具身智能技术规范;8月,南方电网印发《2025年“人工智能+”工作方案》,以29项重点举措推动具身智能与电力业务深度融合;9月,北京市科委、中关村管委会发布能源电力场景具身智能“揭榜挂帅”项目榜单,面向全社会征集技术解决方案。这一系列密集举措推动该行业全面进入标准构建与生态培育关键阶段。

从“人巡”到“智巡”

变电站作为电网的核心枢纽,其传统人工巡检模式存在高风险、高强度、低效率以及盲区等痛点,而电力具身智能机器人凭借其在环境适应性、巡检效率与智能化水平3个方面的突破,正推动运维效能实现质的飞跃。

在环境适应性方面,具身智能机器人展现出显著优势。东南大学电力经济技术研究所所长高赐威指出:“相较传统轮式

机器人遇台阶则停、无人机受天气影响大的局限,四足具身智能机器人能够轻松完成室内多楼层变电站的跨楼层巡视。以南方电网在变电站、输电管廊部署的“机器狗”为例,它们能够从容应对雨天湿滑路面、泥泞草地、石子路、楼梯台阶及设备密集区域等复杂环境。”云深处科技创始人朱秋国认为:“目前机器狗和机器人在行业级应用方面的路径已基本打通,最终目标是代替或协助人类在危险、恶劣、复杂等场景中执行任务。”

在巡检效率方面,提升效果更为直观。高赐威以110千伏(kV)变电站为例进行量化分析:传统人工巡检完成整站例行检查需1.5小时,而具身智能机器人仅需0.5小时,效率提升近3倍。

南京江行联加智能科技有限公司总经理庞海天,以2023年该公司在河南220千伏(kV)普照变电站实施的远程智能巡视项目为例,进一步说明智能巡检的应用成效。该变电站此前已完成110千伏(kV)及主变区域的智能化建设,此次升级聚焦于220千伏(kV)区域、高压室等关键部

位,新增主变温度实时监测功能并接入信息管理大区。项目通过高清摄像头、红外热成像摄像头结合AR(增强现实)视频技术,辅以人工智能算法,实现变电站的实时巡检与缺陷智能分析。同时,该项目也成为河南省首个接入信息内网的区域型变电站智能巡视系统。

“大脑+小脑”模式

电力具身智能机器人的核心在于,其独特的“任务级大脑”与“运动级小脑”分工协作机制,使机器人既能明确“做什么、往哪去”,又能精准执行“怎么去、怎么做”。

高赐威以“室内检查仪表→室外爬梯检查变压器顶部”这一复杂环节为例。首先,“大脑”规划路线并下达指令:“室内仪表检查完成后,前往室外3号变压器爬梯处,准备攀爬检查顶部接线”;随后,“小脑”控制机器人从室内平稳移动至爬梯旁,途中若遇地面凹陷则自动调整轮高以保持平衡;到达爬梯处,“大脑”通过摄像头确认“爬梯无损坏、周围无障碍物”,即下达“开始攀

爬”指令;“小脑”则控制机械臂抓住扶手,调整身体重心逐步上攀,到达顶部后精准转动摄像头对准接线端子,同时实时修正身体晃动,确保图像清晰。“这种分工模式,既能应对复杂环境的不确定性又能保证操作的精准性。”高赐威补充道。

脑与手如何协同运作

随着电力具身智能机器人的广泛应用,变电站现场产生的海量巡检数据对实时处理与模型迭代提出了更高要求。

在数据处理与模型迭代方面,“云—边—端”协同架构实现了分工明确、高效联动。高赐威指出:边缘端作为数据预处理中心,能在变电站现场对海量原始数据进行实时筛选、清洗与压缩,剔除冗余无效数据,仅将高价值数据上传至云端,大幅度减轻云端的数据传输与存储压力;云端则承担“全局分析与模型训练”职能,利用强大算力构建电网“数字孪生”模型,对全网巡检数据进行综合分析,开展长周期AI模型训练与优化,并通过物联网通道将更新后的模型快速推送至

边缘端与终端;终端设备则作为数据采集与指令执行节点,在巡检过程中实时收集现场数据,反馈模型应用效果,为云端模型优化提供真实场景反馈。

这种协同模式在极端天气下优势尤为显著。例如在台风期间,云端能快速整合全网变电站的巡检数据,实现秒级“穿透式”监视管理,精准识别高风险区域的电网设备,并向边缘端与终端推送优化后的巡检策略,指导具身智能机器人优先排查高危设备,为应急决策提供有力支撑。

庞海天总结道:“当前,能源革命与数字革命深度融合已成为发展趋势,推动数字化转型和智能化升级,这是贯彻国家‘双碳’目标、实现能源产业高质量发展的必然要求。”他指出,目前行业在数智化转型升级过程中仍面临数据要素应用不充分、数字化技术集成创新能力与应用深度不足、网络安全保障能力有待提升等问题。对此,企业应着力打造智能巡视与新型电力系统两大核心系统,构建边云训练与复合模型两大技术平台,从而形成覆盖电力全场景的应用能力。

广告

决胜收官战 奋进新征程

热烈庆祝常州高新区成立33周年



微信公众号