



战略筑基 数据赋能 场景落地

我国能源企业数智化转型正在步入更高级阶段

阅读提示

近日,“2025中国石油化工企业信息技术交流大会暨油气产业新质生产力发展高峰论坛”和“数智引领未来:能源系统‘智’与‘绿’范式”大会在北京召开。与会专家围绕数智技术驱动石油石化科技创新和绿色低碳转型、数智技术发展趋势与应用场景、数智化转型最新成果,以及人工智能大模型落地应用和关键核心技术自主可控等主题展开深度研讨和广泛交流。

本版基于中国石化、中国石化、中国海油和国家管网四家能源央企的最新实践,深入分析能源行业数智化转型的战略布局、关键技术突破和典型应用场景,展现我国能源企业数智化转型的生动实践。

点突破”,2026~2027年“快速推进、泛化赋能”,2028~2033年“深度赋能、业态塑新”,体现了长期主义的转型思维。

组织机制与文化变革是战略实施的重要保障。国家管网在数智化转型中创新性地采用了“流程穿透赋能”的方式,将数字化植入管网的发

展基因。国家管网采用数字化部负责制管理,其部门总经理是6.0业务域的流程主管兼数据主管,反映了管理文化认知的深刻改变。国家管网数字化部副总经理贾蕾表示,“数字化确实让管网发生了一些与众不同的变化”,这种变化很大程度上源于组织机制的创新设计。

数据治理与基础能力建设:夯实数智化转型根基

高质量数据和强大基础能力是数智化转型成功的前提。面对数据分散、标准不一等问题,行业正重构治理体系,建立统一的数据架构和质量标准,并研发专业工具提升数据处理效率。

工业软件和机理模型研发备受重视,强调数据与行业知识的融合。通信网络等硬件基础持续强化,为实时数据采集和远程控制提供支撑。这些投入大、见效慢的基础工作,正推动行业从表面应用走向核心能力构建,为深度智能化奠定坚实基础。

在能源行业数智化转型的实践中,数据治理与基础能力建设构成了转型成功的先决条件。中国海油科技与数智化部副总经理陈溯直言:“所有智能建设的基础来自对智能油田的认知和感知,感知的结果是现在一系列的数据。”这句话揭示了数据在数智化转型中的核心地位。没有高质量的数据和强大的基础能力支撑,任何先进的智能应用都如同建在沙滩上的城堡,难以持久。

数据治理体系重构成为能源企业的共同选择。面对历史积累的数据分散、标准不一、质量参差不齐等问题,各企业纷纷启动数据治理攻坚战。中国海油将所有原来勘探开发的100多套系统全部关闭,重新构建“采集归采集、应用归应用,中间是数据湖”的全新架构。这种“采用分离、源头治理”的模式虽然在实施中困难重重,但为后续的智能应用奠定了坚实基础。数据湖不仅承担了存储功能,还把所有的治理过程、结果、模型、服务等放进去,同时承担着数据的检验、管理等职责。国家管网则构建了18个主体域的数据体系,通过“WeGet数据使用门户”实现集团一贯到底的数据消费体验。

数据质量标准与工具创新是治理工作的关键支撑。中国石化牵头编制了石化行业首个智能制造标准体系,形成了石化行业智能制造标准

链接

变革才刚刚开始

能源企业数智化转型是一场涉及战略、管理、技术、业务的全面变革,其深度和广度在工业史上罕见。这场转型不仅关乎企业自身的竞争力提升,更关乎国家能源安全和数字经济战略的实现。

未来发展态势呈现五个主要方向:一是从单点应用向石油石化产业链、供应链上下游协同创新发展。二是从数据驱动向知识与数据双轮驱动转变,更加重视行业知识与机理模型的嵌入。三是从技术应用向商业模式创新延伸,探索基于数字化的新业态、新服务。四是从企业自主向行业协同拓展。五是从效率提升向创新引领跨越,特别是通过AI for Science等途径实现原创性突破。

面对数智化转型的重重困难,能源企业一要坚持战略定力,数智化转型是长期工程,需要持续投入和耐心;二要加强基础研究,特别是在行业大模型、机理模型、复合型人才培养等关键领域;三要完善评估体系,建立超越财务指标的多维价值评估框架;四要推动行业协作,在数据标准、基础软件、算力共享等方面形成合力;五要注重安全发展,构建涵盖数据、算法、系统、伦理的全方位安全防护体系;六要创新体制机制,打破组织壁垒。

能源是人类文明发展的物质基础,数字化是当代社会进步的技术引擎。二者的深度融合正在创造能源行业的新形态、新格局。我国能源央企的数智化转型实践,不仅服务企业自身的高质量发展,也为全球能源行业的数字化转型提供了宝贵经验。在数字经济时代,数智化转型已成为能源企业构建核心竞争力的必由之路。那些能够将数字技术与能源主业深度融合,持续创新管理模式和商业模式的企业,必将在未来的能源格局中占据有利位置。

展望未来,随着技术的不断进步和应用的不断深入,能源企业数智化转型将释放更大潜能。从智能油田到智慧能源生态,从效率提升到创新引领,这场变革才刚刚开始。能源企业需要保持战略定力,坚持价值导向,夯实基础能力,深化场景创新,在数字化转型的浪潮中把握主动、赢得未来。

体系结构,梳理了124项智能制造标准,支撑工信部正式印发了《石化行业智能制造标准体系建设指南(2022版)》,标志着石化行业完成了智能制造标准化顶层规划,解决了“建设石化智能工厂需要哪些标准”的问题。中国石油在昆仑大模型建设中,制定了“四阶八步”的方法论,并在AI中台部署数字化数据处理工具,保证数据供给质量。他们按需定制73项数据采集与标注规范,研发了测井、地震等特定数据处理工具,使数据集规模达到500TB,行业知识问答对100万个、行业推理问答对25万个。2025年4月,中国石油的地震勘探、测井数据集在第八届数字中国建设峰会上入选中央企业30项高质量数据集优秀建设成果。

工业软件与机理模型的研发受到前所未有的重视。中国石化针对石化工业软件断供、后门等风险,联合高校、科研单位创建创新联合体,积极布局体系化石化工业软件研发与攻关,保障石化产业链的安全。中国石化着力推进石化行业的基础物性数据库(PCdata)、流程模拟软件(OPEN)、三维工厂设计软件(PC3D)、管道应力智能分析软件(PCFEA)等工业软件的国产化开发工作。以基础物性数据库为例,基础物性数据库是基础科学研究和产业链发展的重要基石。中国石化自主攻关研发的PCdata软件是一款自主可控,面向石油化工、天然气化工、煤化工等领域的专业级基础物性数据库平台软件,可为科技研发、生产运维、工程设计、软件开发等提供高质量基础数据服务。目前PCdata已形成α版本,为高压聚乙烯工艺包研发、电磁场下石油物性研究等国家课题,以及中国石化人工智能与科技研发深度融合(AI for Science)提供基础数据支撑,同时向清华大学、辛孚科技等提供数据查询服务。

网络通信基础对于分布广泛的能源企业尤为重要。中国海油由于主要在海上作业,无法充分利用社会通信资源,不得不自主建设通信网络。以“深海一号”为例,他们综合运用微波、散射、微散、光纤、电缆、卫星等一系列通信技术解决问题。海陆骨干链路带宽由25千兆比特/秒提升至43.9千兆比特/秒,海上生产设施北斗覆盖率达100%,大幅提升了海上生产设施的抗风险能力。

基础能力的建设往往投入大、见效慢,但能源企业已经认识到这是数智化转型不可逾越的阶段。中国能源行业数智化转型正在步入深水

场景驱动与价值实现:释放数智化转型效能

数智化转型最终通过业务场景的价值创造来检验成效。生产运营智能化大幅提升勘探开发和设备管理效率,安全预警实现从事后处置向事前预防转变。工艺优化与节能减排取得实质性突破,管理决策体系向远程化、智能化演进。科研创新范式被AI深度改变,加速实验设计和理论突破。未来将从单点应用向全链条协同发展和通过场景串接实现端到端重塑。坚持问题导向和价值衡量,推动技术从效率提升迈向创新引领,最终实现产业生态的质变升级。

能源企业的数智化转型最终要落实到具体业务场景中,通过实际问题的解决和价值创造来证明其成效。中国石化在昆仑大模型建设中明确提出“坚持以用促建”原则,围绕“突出主业、体现价值、知识密集、语种丰富、技术可行”五个方面统筹开展场景建设。中国石化从2012年开始智能工厂建设,总共建设了16家智能工厂,探索出了信息化建设的新模式,取得了明显的应用成效,提升了生产效率和经济效益,促进了安全环保水平的提升,推进了企业的数字化转型。这体现了能源行业数智化应用的一个基本共识——技术必须为业务服务,价值实现是检验转型成功的最终标准。

生产运营智能化是能源企业最为关注的领域。在勘探开发方面,中国石油的“智能地震解

释”通过少量标注和微调直接产生预测结果,使工作效率提高9倍,在长庆、塔里木和西南等油气田开展缝洞体预测等勘探应用,预测准确率提高10个百分点。“智能化全波形反演”在同等算力条件下缩短处理过程60%,可压缩勘探项目周期20%。中国海油“深海一号”通过对机、电、仪、安全等系统集中改造,建立世界首个具备遥控生产能力的半潜式生产储卸油平台,实现生产提效3%,累计实现效益超2亿元。

设备管理与安全预警的智能化进步显著。中国石化通过对抽油机井工况数据进行微调预训练,实现工况智能诊断、单井智能计量和生产参数智能优化,异常工况诊断准确率超过93%,智能计量准确率90%。中国石化实现了设备管理由事后检修向预知维护转变,安全防控由事后处置向事前预警转变。建设了设备完整性管理体系,贯穿设备资产运行、检维修、改造、报废生命周期管理体系。同时,基于规范的人员操作程序,利用视觉识别、大数据分析、预测预警等技术,加速安全生产从静态分析向动态感知、事后应急向事前预防、单点防控向全局联防的转变。国家管网通过5G、人员定位、机器人、无人机等技术实现了全面感知,为安全生产提供了数字化保障。

工艺优化与节能减排领域取得实质性突破。中国石化实施“乙烷制乙烯工艺智能运行优化”,实现装置生产状态监测、生产异常预警和装置操作参数优化,可提前72小时早期异常预警,生产状态预测准确率超90%,提高乙烯收率0.4个百分点,单装置年收益预期增加1000万元以上。中国石化则实现了节能减排由指标监测向源头减排转变,通过蒸汽动力优化、能耗在线评估、有害气体排放在线预警等技术,实时掌握生产过程中的能耗和环保排放情况,实现能源的供应、生产、输送、转换、消耗全流程精细化管理和在线优化,实现多介质能源优化与能源梯级利用,有效降低能耗和污染物排放,提高整体能效和环保水平。

管理决策与服务体系的智能化转型同样成效显著。中国石化的人工智能与经营管理相融合(AI for Management)方面,大数据审计模型全面支撑“远程在线+”审计,通过远程数据分析和审前调查,大幅提升审计监督的质量和效率,智能稽核模型和智能客服的应用也显著提升了工作效率。国家管网聚焦新能源、新一代信息技术、未来信息等8个新增业务方向,并细分为光纤、智算中心、量子科技等20余个产业,积极利用人工智能统筹布局创新产业,构建数字+能源融合发展的新质生产力矩阵。

科研创新模式正在被AI for Science深刻改变。中国石化在具体应用中将AI for Science分为“能读、会算、勤做”三大方向。大模型的文献总结能力、阅读能力(包括对多种语的阅读能力),帮助科研人员快速理解文献。在科学计算方面,AI可以加速指导科学实验,启发新理论、新算法,优化科学计算过程,将上万次实验压缩成几十次、几百次,快速锁定实验方向。“勤做”则指通过机器进行标准化、24小时不间断的实验,准确记录每一次实验的方向和步骤。这种科研范式的变革可能带来颠覆性的创新突破。

未来,场景协同与端到端重塑将成为发展方向。中国石化计划“串珠成链、聚链成体”,将人工智能全面融入产业链上下游、全过程,打造产业智脑。中国石化致力于业态塑新,将AI技术与科技研发、生产制造、经营管理等核心业务深度融合,驱动资源配置优化、工艺流程再造和安全管理范式升级。这种从单点突破到全局优化的演进,标志着能源企业数智化应用正步入更高级阶段。

能源数智化场景应用的黄金法则是:以解决业务问题为出发点,以价值创造为衡量标准。这种价值导向的思维确保了数智化投入的实效性。随着技术的不断成熟和应用的不



十建公司研发的国内首台九轴全位置智能焊接机器人正在进行管道焊接作业

田元武 摄



九江石化实验室一角。 谢菲 摄