

## 阅读提示

为加快推动数字技术与石油石化行业的深度融合,推动云计算、大数据、互联网、人工智能、5G、工业互联网、数字孪生、区块链等数字技术在油气行业全产业链协同优化,助力石油石化行业高质量发展,7月27~28日,中国石油企业协会联合全国信息化和工业化融合管理标准化技术委员会等单位 and 部门共同举办第六届石油石化数字化和智能化创新发展交流会。本次会议以数智化赋能高质量发展为主题,聚焦石油石化企业数字化转型新理念新趋势,分享交流数字化转型新模式新经验,探讨数字化转型现状难点、对策建议及相关解决方案,共同打造油气全产业链一体化、智能化生产运营新模式。与会专家认为,油气勘探开发对象都在地下,是一种看不见摸不着的黑箱系统,是一个验证性较弱或不可验证极强的行业,数字技术、人工智能有望成为照亮油藏“黑箱”的一束“光”。

本版文字由本报记者 程强 整理 图表由 李华 提供

## 数智化案例

## 智能运营:

中国石化建成投用总部智能运营中心,提升了资源优化配置、业务协同、突发事件处理能力。总部生产运营指挥系统覆盖100余家企业,实现了总部对整个产业链生产运行的动态跟踪、实时监控、协同指挥,利用计划优化系统进行网络排产,支持炼化板块整体计划优化,原油资源配置优化效果显著。

## 智能油田:

中国石化胜利油田探索大数据、人工智能等先进技术在地震解释、地层对比、历史拟合、固井质量评价等业务领域应用,在保障研究精度的前提下,效率提升3~10倍。建立“中心值守、区域应急”的生产运行管理新模式,油田用工减少2.2万人,劳动生产率提升63.9%,各项指标稳中向好。打造“全面感知、超前预警、智能联控、分储分输”的中国石化首座数字孪生智能油库,劳动用工由189人减少到20人。开展油田特色源网荷储一体化智慧能源系统试点,构建灵活洁净能源供应体系、多源互联智能电网、柔性可调终端负荷、多元储能调节系统及智慧能源管控平台,实现多能平衡互济、源荷高效匹配、新能源友好消纳,2022年降低外购电280万元,实现1.6亿千瓦时绿电全消纳,供电成本降低2300万元。

中国石化西北油田实现单井、管道、站库动静态资料信息集成,地面设施全流程模拟可视化,方案设计时可在线调取相关资料,设计效率提升20%。利用无人机和视频监控诊断技术,巡检速度大幅提升,2022年飞行巡检60万公里,相比传统人工巡检,巡检频率提升3倍,误报率和错报率小于5%,人力成本降低30%,极大提升了油田综合管理水平。

中国石油塔里木油田形成油气藏生产指标预测、产能计算等25种算法模型,钻井提速5%,定向井中靶率提升8个百分点,研发效率提高20%;助力研究人员收集整理数据时间节省80%,决策指挥、紧急处理突发事件效率提高50%。

中国石油大港油田打造油水井数智化全系列产品,硬件产品集采价格平均下降30%。打造油水井生产智能调控终端,使高泵效井产量提升8%,低泵效井泵效提升39个百分点,能耗下降15%;开展站库一体化智能调控先导试验,示范井区人均管井数由5口增至16口。研发井口数据采集无RTU(远程终端单元)模式,数字化投资较传统模式下降55%。

中国石油川庆钻探建设数字化钻井队,推广井筒领航仪、电子坐岗等数字化产品,钻井队员工由75人减少到40人;形成数字化钻井模板,数字化钻井队与EISC(工程作业智能支持中心)协同联动,平均机械钻速提高34.2%,平均单只钻头进尺提高39.9%,完钻周期缩短79天。

中国海油在秦皇岛32-6油田建成国内首个海上智能油田,核心业务数字化覆盖率90%,海上操作人员精减20%,实现光纤全联通、无线全覆盖,入选2021年企业数字化转型十大成果。在恩平油田建成国内首个海陆一体化协同运营平台,实现台风模式生产超300小时,避免原油产量损失约33万桶。“深海一号”成为世界首个具有遥控生产能力的超大型深水半潜式生产储油平台,作业水深1500米,离岸150公里,年产天然气超30亿立方米。

延长油田在可采煤层开展斜井智能化建井实践,具有5G+智能超表面无线传输、5G+设备组态多维坐标实时调姿、5G+边坡结合精准时空定位等特色,井筒建设期由54个月减至17个月,节约投资20亿元以上。预计未来3~5年,西部采用斜井智能建井的工程产值超百亿元。

## 智能炼厂:

中国石化集成原料产品价格及企业装置运行成本等基础数据,实现中间物料不同流向、成品油牌号、化工产品牌号,同类装置内单位边际贡献在不同价格体系下的在线测算,实现对不同加工方案、产品构成的快速对比测评,在业内率先实现流程工业实时生产的产品市场价格驱动,装置增效显著。

中国石化兰州石化榆林乙烷制乙烯智能工厂项目建成了一套完整的三维数字化设计、移交及数字孪生一体化工厂,劳动生产率提高20%,万元产值能耗下降5%,挥发性有机物总量降低15%。

中国海油惠州石化建成国内首个“双频5G+工业互联网”智能炼厂,生产平稳率99.9%,设备完好率99%,自动采集率超98%,仪表自控率达97%,运营成本降低20%,吨油能耗降低17%,生产效率提升20%,资源利用率提升15%。

## 智能研究院:

中国石化对分子筛实验数据进行大数据分析,构建了合成实验数据库,实现文献数据的自动提取和人工校核,以及实验数据的关联分析,极大提高了科研工作效率;构建了X射线衍射标准谱图库,实现高通量谱图数据的集成与自动解析,节省了大量人力投入;利用大数据技术,有效挖掘设备结构参数与性能参数间的复杂关联关系,形成预测模型库,每年可节省模拟时间约144天,通过模拟优选方案可以减少90%的实际实验。



## 关键词1

## 必由之路

当前,全球新一轮科技革命和产业变革深入推进,新一代信息技术迅猛发展,数字经济成为全球经济增长的新动能,数据成为新的生产要素和战略资源,数字治理成为全球治理的新领域。数字技术与能源交叉融合,不断催生能源开发利用的新模式、新业态、新产业。

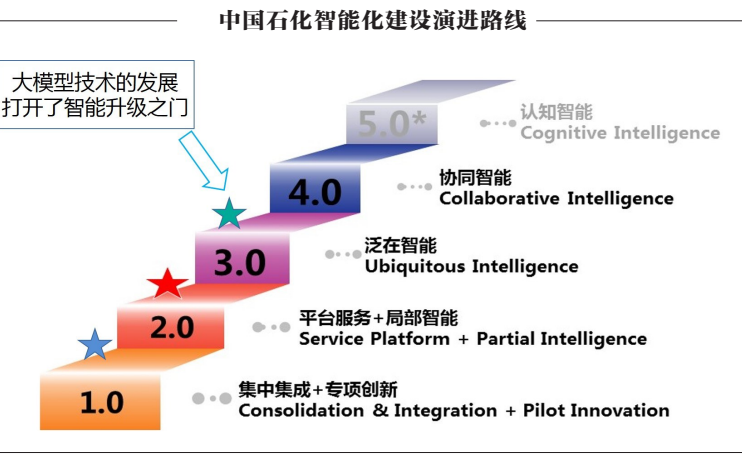
党的二十大报告强调,加快发展数字经济,促进数字经济和实体经济深度融合,打造具有国际竞争力的数字产业集群。今年2月,中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》,指出建设数字中国是数字时代推进中国式现代化的重要引擎,是构筑国家竞争新优势的有力支撑。

3月28日,国家能源局发布《关于加快推进能源数字化智能化发展的若干意见》,旨在释放能源数据要素价值潜力,构建清洁低碳、安全高效的能源体系。

中国石油企业协会会长王

志刚说,加快数字化建设,是石油石化企业贯彻落实党中央加快建设网络强国、数字中国战略部署的实际行动,是加快建设世界一流企业的必由之路,是补长信息化短板、推进公司治理体系和治理能力现代化的紧迫任务。

国际欧亚科学院院士、中国海油研究总院副总经理兼总工程师李中书说,数字化、智能化是落实国家战略、提升油田开发效益的必由之路。目前,国内海域油气开发日趋复杂,海洋油气开发逐渐走向高含水、低品位边际稠油田,产量难保障,钻完井作业难度加大,提质增效困难,降本空间收缩。中国海油在垦利16-1区块实施新的优快钻完井项目,初步建立了参数实时共享、实时分析、陆地分析、海上指挥的海陆联合作业模式,作业时效达99.7%,大幅缩短了作业工期,较基本设计提速58.33%,证明通过数智化钻完井技术提升综合效能,是未来发展的必由之路。



## 关键词2

## 降本增效

国家能源局原副局长张玉清说,加快能源产业数字化升级,既能够提升能源产业链现代化水平,也是能源产业降本增效的重要措施。

据国际能源署研究报告,数字技术广泛应用,可以使油气行业生产成本降低10%~20%,全球油气技术可采储量提高5%。

据报道,壳牌智能油田可全天候持续优化资产,采收率提高了10个百分点,产量提高了5%;挪威国油海上智能采油平台采用全无人化设计,建造成本下降了20%。

马来西亚国家石油公司一位高管在几年前表示:曾经在120美元/桶油价下还要亏损的项目,如今在60美元/桶下可以盈利。这其中,数字化扮演了重要角色。数字化技术让项目成本降低、技术运用更加流畅,将分散的点串接成流畅的线条,使施工清晰透明。

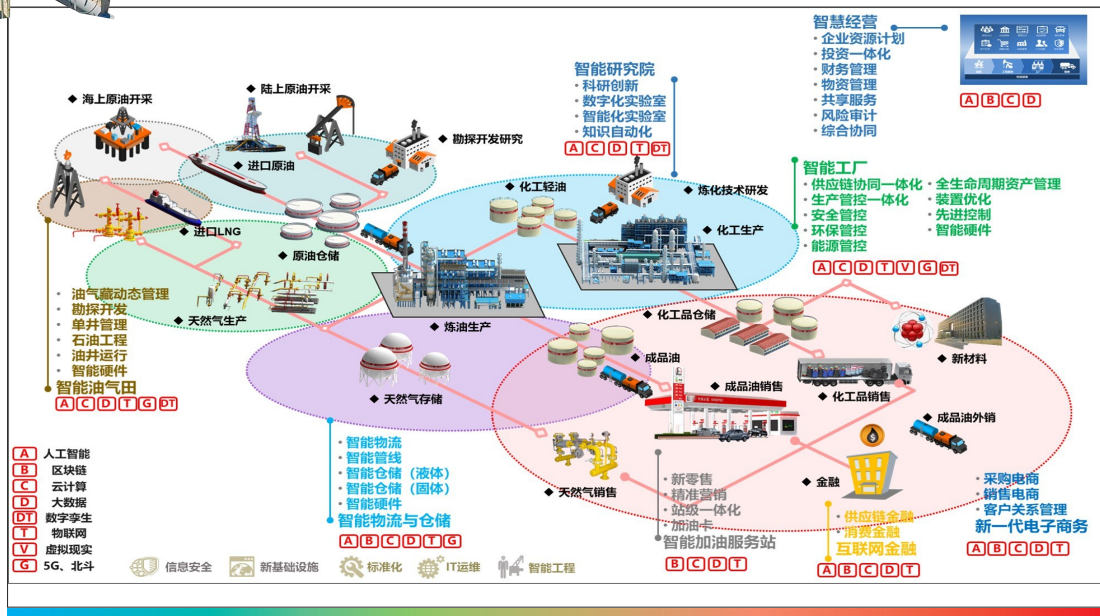
中国石化首席专家、信息和数字化管理部副总经理李剑峰说,石油石化企业受碳中和、电动革命、环保管控、经济形势和

市场博弈等外部因素影响,以及自身存在稳产压力大、运营成本高、安全环保管控难度大、劳动生产率不高等问题,亟待利用先进的智能化技术,推动企业数字化转型,变革劳动组织形式、生产运营模式,优化生产决策、精细运行管控,支撑企业高质量发展。

中国石化积极开展数字新技术在石油石化业务中的融合应用研究,于2013年率先提出石化智能工厂的框架体系,到目前形成20余项标准及规范、37个全生命周期建设模板,制定了10项国家石化行业智能工厂标准草案;研发涵盖石化生产运营主要领域的工业套件29个、工业组件42个,实现了工业知识、模型和经验的承载和推广,以及核心软件的国产化。

经过10年智能工厂试点建设,成效显著:普光气田劳动生产率提升10%,镇海炼化乙烯装置绩效多年位居全球第一群组,茂名石化劳动生产率比2013年提高近一倍,九江石化在同规模企业中效益名列前茅,上海石化多次获市纳税百强前十。

## 中国石化积极探索数字技术的行业应用



## 关键词3

## 数据治理

能源行业数据种类繁多,能源央企无不以数据治理为先为要,筑牢数字化转型的基础。

李剑峰说,中国石化建立数据治理委员会、专家团队、三级数据资源中心,实施集团级数据治理,在此基础上建立了数据+平台+应用(数据湖+工业互联网平台+APPs)的新模式。

胜利油田建成集成共享唯一的数据云服务体系,发布了数据服务商店,完成19个业务域的数据资源盘点,对近600亿条记录数据资源摸底,发布全业务域8万个数据项的数据资源目录,并以使用需求为驱动,形成多种数据服务方式,满足不同应用系统和业务人员使用数据的需求。

中国海油成立由董事长挂帅的集团公司数据治理委员会,

建立数据治理责任人制度、业务数据源头采集常态化机制等,消除数据孤岛、系统烟囱,释放数据要素价值。

智能油气井是智能油田的核心。胜利油田推进井筒物联化,攻关配套整体实现了对井下录取参数实时远程测控,通过智能分注并数据分析处理功能,初步实现生产数据实时获取、预警及控制,在21个区块实施分层注采,通过实时测控,层段合格率高出油田平均水平10.5个百分点。

中国海油以数据治理为基础,聚焦井筒全生命周期数据的“采、存、管、用”,成功实现1.5万口井数据入湖,实现新建井源头发数据采集覆盖100%,为智能油气井奠定数据基础。

智能钻井的核心在于井下数据的采集传输。中国海油坚持标

准化、智能化采集,持续优化升级钻完井源头采集工具,实现钻井液、固井、定向数据自动采集、管柱数据自动录入,建立数据质检辅助工具,不断提升数据质量。通过完善智能钻井,预计“十四五”末可实现作业效率提高10%~15%,达到行业领先水平。

李中期望,未来要打造海上油气井“测、传、控”一体化智能调控系统。建立基于DAS(分布式光纤声波传感系统)的井中地震技术,为井间储层的岩性、流体及连通性精细研究提供技术支持。以井筒为核心,构建海上从式井网井筒一近井地带一井间数据监控网络体系,实现井筒与地层多维度全面感知,推动对油田全生命周期的认识和模型迭代,最终实现对油田的整体高效开发。

气业务需求逐步形成基于大模型的产业应用。

也有专家指出,油气行业大多数要解决的问题都看不到规则和解决问题的对象,具有超强的不确定性,要解决好油气行业的人工智能应用问题,专业知识和行业经验非常重要,需要打破算法工程师与业务人员间存在的壁垒,只有双方深度融合,才能促进人工智能应用落地。

展望未来,李剑峰说,智能制造系统的演进呈现两个规律:一是人力在制造系统中的参与比重逐渐降低,二是将人积累的知识 and 经验逐步固化到制造系统中。智能制造的愿景是实现高度无人化自主运行。

李剑峰说,从分散智能应用场景到油田企业整体的数字孪生,通过生成式预训练AI行业大模型技术的加持,将构建丰富多彩的油气工业元宇宙——这就是未来!

## 关键词4

## 大模型

OpenAI发布的ChatGPT以开放两个月注册用户突破1亿的业绩震惊世界,由此掀起了生成式预训练GPT(Generative Pre-Training Transformer)大模型的火爆热潮,开启了AI(人工智能)发展的新阶段。

李剑峰说,GPT大模型改变了AI小样本数据、小模型的模式,走向了大数据量、大模型、多应用场景时代。

同时,GPT大模型意味着新的生产力。前不久,咨询机构麦肯锡发布《生成式人工智能的经济潜力:下一波生产力浪潮》指出:生成式AI取代人类工作的时间被提前了10年,在2030年至2060年间(中点为2045年)50%的职业将逐步被AI取代;到2040年,生成式AI可以使劳动生产率每年增长0.1~0.6个百分点。

现在,通用大模型如雨后天

阿里云通义大模型、华为盘古大模型、腾讯混元大模型等,也有很多垂直领域大模型。胜利油田围绕打造油气行业的chatGPT,攻关“胜小利”工业大脑油田运营虚拟专家,在预训练学习海量知识的基础上,强化了学习了10万余组勘探开发专业语料,并接入油田数据湖,目前已初步具备专业问答、快速查询等能力,未来将打造为“百问不倒”的油田专家、数字助理。

李剑峰说,可以借用大模型成熟技术,发挥自有数据优势,构建石油石化行业预训练大模型。基于海量无标注的通用语料及油气行业专业数据和知识,通过“通用模型训练+专业数据微调+强化学习反馈”等途径,训练出多模态油气行业大语言模型,并不断迭代演进;在油气行业大模型的基础上,构建自然语言处理、智能对话、文档生成、知识抽取等基本服务,并根据油