

石油科技周报

2025年第 45 期 (总第 939 期)

(每周三出版) 2025. 12. 03

目 录

■ 科技管理、政策及综合	7
◆ 自然资源部发布376项矿产先进适用技术	7
◆ 第八届二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)国际论坛	7
◆ 国家能源局组织召开全国可再生能源电力开发	8
◆ 能源供需总体平衡, 温暖过冬有保障	8
◆ 国家能源局: 组织开展“人工智能+”能源试点工作	9
◆ 央国企国际化经营逐步向“走上去”转变	9
◆ 周心怀到东方物探公司调研	10
◆ 地质-工程一体化助力我国油气高效开发	11
◆ 全国探明地质储量超7000亿立方米	11
◆ 新疆油田: 累计注碳量突破200万吨	12
◆ 长庆油田: 以节地“减法”换发展“加法”	12
◆ 中国石化4项目获中国质量协会质量技术奖	15
◆ 中国石化4名高技能人才入选央企工匠培育对象	15
◆ 驻川企业发布“十四五”高质量发展成果	15
◆ 中原油田: 研发超小直径潜油电泵技术	16
◆ 西北油田: “化学+工艺”促上产降成本	16
◆ 西北油田: 专家作用发挥平台赋能基层	16
◆ 让创新从“零星突破”到“全面开花”	17
一、打破壁垒, 构建矩阵式攻关新模式	18
二、生态重塑, 激活创新“一池春水”	19
三、成果落地, 赋能老油田高质量发展	20
四、江汉油田: 以系统性创新驱动高效勘探	21
五、江苏油田: 构建“系统化”矩阵聚力攻坚	22
六、老油田要实现高质量发展必然要走科技赋能的创新之路	23
◆ 对话国际能源转型学会会长、	24
一、记者: 您怎么看待中国石油75年的发展历程?	24
二、记者: 在您看来, 中国石油认真践行	25
三、记者: 您认为, 中国石油在参与全球能源治理方面	26
四、记者: 在备受关注的能源转型领域,	27
五、记者: 展望未来, 您认为像中国石油这样的中国企业,	27
■ 油气勘探及开发	29

◆ 我国最大油气田连续六年稳产六千万吨	29
◆ 长庆油田：一项技术获国家专利授权	29
◆ 长庆油田：“零支撑剂”压裂	30
◆ 长庆油田：苏里格气田配“通用钥匙”	30
◆ 塔里木油田：用阳光“焐热”油气生产链	31
◆ 塔里木油田：压差发电系统获国家发明专利授权	32
◆ 辽河油田：巧用三招“唤醒”停产井	32
◆ 辽河油田：今年累计注入二氧化碳超30万吨	33
◆ 吐哈油田：“赋闲设备”再就业	34
◆ 吐哈油田：气举技术开启油气增产“密钥”	34
◆ 华北油田：综合施治压开“致密海绵”	35
◆ 华北油田：一体化生产线提升管线业务效能	35
◆ 冀东油田：研发新型钻头、小井眼侧钻井	36
◆ 冀东油田：西部探区“精准导航”	36
◆ 玉门油田：“电代油”实现钻井作业“零等待”	37
◆ 吉林油田：在新井投产中全过程实施利旧降本	38
◆ 中国石化——胜利油田：一体化解决施工难题	38
◆ 胜利油田：优化运油模式 降低作业风险	39
◆ 胜利油田：推动闲置设备资源再利用	39
◆ 江汉油田：信息化赋能采油厂班组管理	39
◆ 江汉油田：“井工厂”模式大幅提升施工效率	40
◆ 东北油气：产建提速保冬供、供得稳	41
◆ 河南油田：优化生产节能降耗显著	41
◆ 河南油田：为风力发电机全面“体检”	42
◆ 河南油田：打造科技利器、唤醒“沉睡”储量	42
◆ 延长石油集团首席科学家、总地质师：王香增	44
◆ 气田公司：甘泉区域勘探喜获百万方高产气井	44
◆ 延长油田气：1.48亿的降本增效答卷	45
一、班子“揣着问题跑现场”	45
二、全链“盯着数据抠效益”	46
三、全员“攥着劲往一处使”	46
■ 钻井测井	47
◆ 中国石化——物探院：以赛促学增强IT软件应用能力	47
◆ 物探院：自主研发软件助力地震采集数智化转型	47
◆ 经纬公司：以技术创新绘就新能源发展新图景	47
◆ 中原石油工程：钻井进尺突破200万米	49
◆ 中原石油工程：提升基层单位安全管理水平	49
◆ 工程院大陆架：进入国际高端固井工具市场	50
◆ 华北石油工程：联合攻关助推钻井提速提质	50
◆ 石油工程公司：以铁军担当书写能源保障高质量发展答卷	51
◆ 中国石化高温高压测井技术实现国内领先	53
一、迎难而上，攻克“卡脖子”难题	54
二、迭代提升，量身定制超高温高压仪器	55
三、提质增效，“经纬视界”	56

四、超高温高压测井技术从“单项突破”到“系统集成”	57
五、突破重重难关打造新一代高温高效测井成套装备	58
◆ 中国石油——中油测井：桥射作业助力增储上产	59
◆ 中油测井：高性能声波换能器实现首批外销	59
◆ 渤海钻探：深耕煤层气市场进尺突破20万米	59
◆ 渤海钻探：填补煤层水平井密闭取芯空白	60
◆ 川庆钻探：韧性自修复剂成功完成首次现场应用	61
◆ 西部钻探：创柴达木盆地三项扩眼段施工纪录	61
◆ 长城钻探：跨越山海、筑起能源新“长城”	61
◆ 东方物探：大山深处“找气人”的苦与乐	63
一、从手拉肩扛到无人机辅助吊装	63
二、“有些困难是现实存在的”	63
三、技术进步攻克一个又一个“苦”	64
◆ 工程院：锻造国字号“井工程”金刚钻	64
一、战略引领：从跟跑到并跑、部分领跑	65
二、价值创造：从对外依赖到自主可控	65
三、成果转化：从“单一技术突破”到“品牌价值输出”	66
■ 石油海外	67
◆ 中国石化科威特南部钻井大包项目全面启动	67
◆ 石油工程设计公司：三维培养精准赋能海外青年员工成长	67
◆ 南京工程：融合破壁、打造海外标杆工程	68
◆ 经纬公司：科威特钻井大包项目首个丛式井组顺利完钻	70
◆ 联合石化：英国公司获“人民币贸易融资创新奖”	70
◆ 联合石化：中标德国汉莎航空航煤供应长约	70
◆ 起运公司：在阿布扎比举办成立十周年推介会	70
◆ 起运公司：4000吨级履带起重机在沙特首次吊装成功	71
◆ 中国石化携手铺就非洲工业化发展之路	71
◆ 中国石油——第三届中东碳酸盐岩油藏稳油控水技术	73
◆ 华油集团：积极参与国际志愿服务活动	74
◆ 昆仑物流：累计向蒙古国配送成品油1.2万吨	74
◆ 乍得公司：完成今年本地化员工职业技能培训项目	75
◆ 鲁迈拉公司：实施修旧利废专项行动	75
◆ 中油国际管道：奏响冬季保供“三重奏”	76
◆ 阿布扎比公司：无钻机化学堵气技术应用获成功	77
◆ 工程建设公司：东非公司翠鸟油田的安全卫士	77
◆ 管道局：建设公司SIGI河定向钻穿越纪实	78
一、破解175兆帕地质迷宫	78
二、创新应用“管中管”工艺	79
三、全线首个“零伤害”奖	79
◆ 中国石油海外业务战线深入学习贯彻党的二十届四中全会精神	80
一、推进重大工程、“合”筑共赢新篇	80
二、深耕科技创新、“智”绘能源蓝图	80
三、共享发展成果、“惠”泽丝路万邦	81
■ 非常规油气及勘探技术	82

◆ 国内首批油气行业CCER方法学正式发布	82
◆ 西南油气田公司科技创新案例入选	83
◆ 助力冬供、相国寺储气库采气能力创新高	83
◆ 安岳气田高石梯区块QX组滚动勘探开发	84
◆ 特低渗致密气压裂工艺取得突破	84
◆ 西南油气田公司碳研究驱动规模减碳高效开发	84
◆ 煤层气公司：首个自营地热项目投产	86
◆ 中国石化——西南油气采气三厂提前完成全年原油产量任务	86
◆ 西南油气分公司：指尖上的“智慧巡检”	86
◆ 西南油气：提控并举跑出上产“加速度”	87
◆ 江汉油田：复兴油田首个无人值守平台投产	88
◆ 江汉油田：涪陵页岩气田连续油管钻塞作业刷新纪录	88
◆ 油气产量预测方法与技术研究进展	89
1、油气产量递减规律基础研究与历程	90
2、油气产量预测方法现代研究与进展	95
3、预测方法的应用与发展趋势	106
4、结论	108
◆ 渤海湾盆地黄骅坳陷纹层型页岩地质特征	108
1、地质背景	110
2、古近系页岩层系地质特征	111
3、纹层特征和形成环境	113
4、不同纹层型页岩储油性能特征对比	118
5、应用成效	122
6、结论	123
■ 油气储运	123
◆ 我国最长原油管道累计输油超2亿吨	123
◆ 国内首个高压天然气长输管道余压发电项目投运	124
◆ 天津滨海新区推动能源管输产业高质量发展	124
◆ 中国石油——大港油田：储气库群开“仓”采气	125
◆ 冀东油田：精细运维“气场全开”	126
◆ 华北油田：储气库群全力保供京津冀	127
◆ 昆仑物流：CCUS注入业务单日注碳量突破千吨	127
◆ 管道局在首届招标业务技能大赛中获佳绩	128
◆ 负责设计的常州金坛盐穴储气库项目通过验收	128
◆ 管道设计院首个高精度三维地震勘察项目完工	129
◆ 尼日尔二期Goumeri CPF水处理系统扩建项目投产	129
◆ 长庆2025产建项目米40-24支管工程投产	130
◆ 东北管道公司智能站框架项目首单落地	130
◆ EACOP项目乌干达段主线焊接突破15000道口	130
◆ 大港油建公司中标江苏LNG项目三期配套码头工程	131
◆ 延长石油——燃气集团召开党的二十届四中全会精神专题宣讲会	131
◆ 管道公司：生产经营势头强劲	132
◆ 管道运输公司：千里油龙的“智慧铠甲”	133
一、痛点倒逼：寻求安全管理新路径	133

二、地下防线：振动光纤的敏锐“触觉”	133
三、地面防线：AI视频的“火眼金睛”	134
四、空中防线：无人机的“立体巡查”	134
◆ 低碳转型时代如何定位LNG?	135
一、记者：当前，全球LNG发展整体呈现什么趋势?	136
二、记者：LNG在能源转型中充当什么角色，	137
三、记者：未来，生物LNG与合成甲烷等替代性燃料与传统LNG，	137
■ 炼油化工	137
◆ 国内首套大型硫黄回收成套技术	137
◆ 中国石化4项节水技术入选国家目录	138
◆ 石化企业连续三年保障我国南极远洋捕捞作业	138
◆ 扬子石化：开拓邻二甲苯海外市场实现创效	138
◆ 扬子石化：和扬巴公司联合开展工艺安全培训	139
◆ 中韩石化：完成催化装置卸剂方式技术升级	139
◆ 中韩石化：优化燃料结构降低锅炉瓦斯消耗量	139
◆ 燕山石化：成功试产负极焦产品	140
◆ 燕山石化：医用聚丙烯产量创新高	140
◆ 湖南石化：热塑橡胶鞋材专用料销量大幅增长	140
◆ 海南巴陵：SBC弹性体出口17个国家和地区	140
◆ 九江石化：优化汽油生产提升创效能力	141
◆ 荆门石化：与石化机械达成战略合作	141
◆ 齐鲁石化：内窥镜巧“探”设备隐患	141
◆ 化销国贸：首次出口VAE定制新品至欧洲	142
◆ 化销华东：推动甲苯出口量大幅增长	142
◆ 化销华中：助力海南巴陵SBC产品销量提升	142
◆ 销售华北：建成销售企业首个“零碳办公楼”	143
◆ 润滑油公司：武汉工厂搬迁项目中交	143
◆ 中国石油——吉林石化：联锁专项培训强技能	144
◆ 吉林石化：新建丁二烯装置产品实现优化升级	144
◆ 抚顺石化：微晶蜡产品质量达到国际先进水平	145
◆ 兰州石化：高效聚烯烃产品呈现产销两旺态势	145
◆ 锦州石化：特色产品斩获行业两项大奖	146
◆ 锦州石化：高纯异丙醇首车出口韩国	146
◆ 锦西石化：“一增一减”优化循环水结构	147
◆ 乌石化：高标号汽油实现增产节能双赢	147
◆ 昆仑数智：中标华锦阿美MES项目	148
◆ 东北化工销售：推动产业链和供应链联动发展	148
◆ 兰州石化：一座老炼化企业的“变道超车”	149
◆ 延长石油——榆炼首次产出国六标准-20#柴油并开始外销	152
◆ 榆能化：精益生产冲刺全年目标任务	152
◆ 榆能化：石脑油轻柴油综合利用项目	153
◆ 榆煤化：提前完成年度生产任务	154
◆ 延长石油延安能化羰基新材料项目开工	154
◆ 榆煤化公司：锚定深加工、让乌金焕新	155

一、煤化之路的“破冰之难”	155
二、开辟新赛道的“加速之战”	156
三、推动煤炭从“转化”到“精化”	156
■ 安全环保.....	157
◆ 国内首批油气行业温室气体自愿减排	157
◆ 中国石油“迈向‘十五五’·见证大国能源脉动”	158
◆ 塔里木油田：成为“零碳工厂”标准试点	160
◆ 大港油田：特色施工方案保障井控安全	160
◆ 大庆油田：“三化”管理模式入选行业典型案例	161
◆ 川庆钻探：专项整治压实安全责任	161
◆ 长城钻探：新技术为储气库井筒安全“上保险”	162
◆ 兰州石化：地下管线诊断“一探便知”	162
◆ 广东石化：“智慧之眼”管廊巡检“零遗漏”	163
◆ 昆仑物流：“码上一扫”消防管理“全闭环”	164
◆ 中国石化——全民消防、生命至上——安全用火用电	164
◆ 中国石化：环科公司小泡泡、大能量	167
◆ 环科公司：申报项目入选国家科技重大专项	167
◆ 胜利油田：一份页岩油安全生产的“避雷手册”	168
◆ 胜利油田：智能装备冲在前、新质战斗力护安全	169
◆ 西北油田：消防宣传月、安全送万家	170
◆ 河南油田：用“安全诗”念好“安全经”	170
◆ 河南油田：实战淬炼硬功、守护一方平安	171
◆ 金陵石化：消防保卫支队带着萌娃零距离体验消防生活	172
◆ 河北沧州：石油开展企地联合消防演练	172
◆ 莆田石油：开展企地联合水源地突发环境事件应急演练	173
◆ 运城石油：联合消防支队开展加能站消防演练	173
◆ 十建公司：应急演练从“流程合规”	174
一、全景化演练，破解“单一险情”困局	174
二、全周期闭环，告别“演练即终”现象	175
三、能力化评估，锚定“实战达标”核心	175
◆ 华北石油工程：构建海外项目全链条安全防护体系纪实	176
一、溯源治理：从“反复治”到“治反复”	176
二、节点把控：为新项目安全“精准护航”	176
三、动态赋能：打通基层安全“最后一公里”	176
■ 物资装备.....	177
◆ 中国石化——石化机械牵头制定石油机械劳动定额行业标准	177
◆ 石化机械在阿尔及利亚开展专项技术培训	177
◆ 中国石油——渤海装备海外订单签约额同比增长214.8%	178
◆ 北石公司：智能液压抽油机成功应用	178
◆ 工程材料研究院：用先进材料锻造产业升级“硬实力”	179
一、推进科技创新、突破“卡脖子”技术	179
二、赋能产业升级、筑基高端装备制造	179
三、坚持双轮驱动、集聚发展内生动力	180

■ 科技管理、政策及综合

◆ 自然资源部发布376项矿产先进适用技术

11月27日讯，近日，自然资源部发布了矿产资源节约与综合利用先进适用技术目录（2025年版），共有376项技术入选，其中新增入选186项，与2022年版相比有了大幅更新。

据了解，2025年版目录涵盖综合勘查技术49项、高效采矿技术94项、高效选矿技术65项、综合利用技术75项、绿色低碳技术39项、数字化智能化技术54项。与2022年发布的317项相比，总数增长超18%，更新率近60%。

作为推动矿业高质量发展的重要举措，矿产资源节约和综合利用先进适用技术目录发布制度于2012年建立，到2017年陆续发布了6批先进适用技术。2019年起，每3年更新一次。截至目前，自然资源部（国土资源部）共组织遴选了9批1387项先进适用技术。

◆ 第八届二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)国际论坛

在京举办

11月24日讯，11月22日，第八届二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)国际论坛在北京举办。本届论坛以“加快技术创新共创低碳未来”为主题，设置主旨报告、圆桌论坛及主题论坛等环节，来自科技部、工业和信息化部、生态环境部、国务院国资委、国家能源局等有关部门领导，以及全球10多个国家的能源和科技领域近300位政府官员、企业高管、专家学者及行业代表参加，围绕CCUS技术创新与产业发展进行深入探讨，共同擘画绿色低碳未来。

第十四届全国人大常委会副委员长、民盟中央主席、中国科学院院士丁仲礼先生出席论坛。中国石化党组书记、董事长侯启军致欢迎辞，中国石化党组成员、副总经理李永林主持开幕式，中国石化党组成员、副总经理牛栓文主持主旨报告环节。

侯启军表示，CCUS作为一项关键绿色低碳技术，在推动传统产业转型升级、培育壮大新质生产力中发挥着不可替代、日益重要的作用。CCUS产业技术创新战略联盟自成立以来，有力推动我国CCUS技术从示范应用走向规模化、商业化。作为能源化工领域国有骨干企业和联盟常务理事单位，中国石化积极践行绿色低碳发展战略，在CCUS领域开展了一系列探索实践。面向未来，中国石化愿与全球伙伴携手，聚焦技术攻关，夯实产业根基，推动集群发展，构建产业生态，深化国际合作，促进开放共赢，让CCUS技术更好惠及全球绿色发展。

中国工程院党组成员、秘书长陈建峰院士在致辞中表示，CCUS技术在保障能源

安全、推动产业转型乃至培育新质生产力方面具有不可替代的战略意义。我国CCUS技术从研发示范到产业布局均取得积极进展，一批具有代表性的捕集、输送、利用与封存示范项目已建成投运，为后续规模化推广奠定了坚实基础。中国工程院将致力于CCUS等绿色低碳技术的创新发展，聚焦产业面临的关键共性与痛点问题，着力引领工程科技协同创新，为构建人与自然和谐共生的美好未来提供更坚实的战略支撑。

联合国系统驻华协调员常启德在致辞中表示，作为联合国系统驻华的协调机构，我们高度赞赏中国在CCUS领域展现出的领导力与实践成效，并对CCUS产业技术创新战略联盟在推动中国CCUS产业化发展上卓有成效的工作表示充分肯定。针对CCUS技术发展面临的挑战，需进一步深化国际合作，构建开放包容的技术交流与知识共享平台，携手打造包容、公平、富有韧性的CCUS创新生态系统。

本届论坛由科技部、中国21世纪议程管理中心指导，CCUS产业技术创新战略联盟和中国石化集团公司主办，国际二氧化碳捕集利用封存技术创新合作组织、中国石化石油勘探开发研究院、中国经济出版社有限公司和中石化碳产业科技股份有限公司承办。



◆ 国家能源局组织召开全国可再生能源电力开发

建设11月调度视频会

11月27日讯，11月21日，国家能源局召开全国可再生能源电力开发建设11月调度视频会。国家能源局党组成员、副局长万劲松出席会议并讲话。会议强调，要坚定发展信心，根据经济社会发展需要和全面绿色转型进程做好各方面准备。今年以来，国家陆续出台一系列重要改革文件和政策措施，对市场和行业产生重大影响。

相关司（局）要加强调度指导与政策宣贯，研究制定更多有力度的政策措施；地方能源主管部门要密切关注本地落实情况，平衡好可再生能源电力消纳责任权重目标要求与经济社会承受能力，确保各项工作协调有序推进。（国家能源局）



◆ 能源供需总体平衡，温暖过冬有保障

北方地区已陆续进入供暖季，季节性用能高峰即将到来。

11月24日讯，近年来我国能源安全保供能力不断增强，为供暖季能源稳定供应打下坚实基础。国家能源局数据显示，前三季度，煤炭先进产能建设持续推进，原煤、油气生产平稳增长，规上工业原煤、原油、天然气产量分别同比增长2%、1.7%、6.4%。

“迎峰度冬期间，我们将持续跟踪煤炭生产、进口、需求等重点指标变化趋势，会同有关方面全力做好迎峰度冬煤炭保供相关工作。”国家能源局市场监管司副司长张燕秦介绍说。

保供举措实施层面，近日，国家发展改革委组织召开2025—2026年供暖季能源

保供视频会议时强调，各地区、有关企业要充分认识做好今年供暖季能源保供工作的重要意义，准确把握供暖季能源保供面临的形势和困难挑战，坚持以人民为中心，切实把供暖季能源保供工作做实做细做到位。

“供暖季期间，我们将坚持日调度、周会商，压实地方和企业保供主体责任，及时协调解决供需矛盾。”国家发改委政策研究室副主任、新闻发言人李超表示，“综合研判，今年供暖季能源供需总体是平衡的，民生用能保供稳价和群众温暖过冬是有保障的。”

◆ 国家能源局：组织开展“人工智能+”能源试点工作

11月28日讯，11月25日，国家能源局综合司发布通知，组织开展“人工智能+”能源试点工作。

通知要求，面向能源企业征集发展所需、行业所盼和企业所急的高价值应用场景需求，有效减少能源场景需求方与人工智能技术供给方之间的信息壁垒。组织人工智能技术供给方依据场景需求“揭榜挂帅”，承接高价值场景建设相关任务。场景需求方与技术供给方合作形成试点项目方案，探索形成综合解决方案可规模复制、商业模式可参考借鉴的“人工智能+”能源融合发展新范式。

通知提出，高价值应用场景应明确人工智能技术赋能的核心任务和实施路径，设定降本增效、降碳减排、安全保障等可量化、可验证的建设目标。国家能源局将在门户网站公开发布高价值应用场景清单，面向全社会“发榜”。人工智能技术供给方根据场景需求“揭榜”。经场景需求方择优遴选后，组建产学研用创新联合体，细化场景建设实施路径及技术指标，编制高价值应用场景试点建设方案，申请试点项目。

通知明确，高价值应用场景应具备以下特征：一是从需求看，高价值应用场景应聚焦长期制约行业发展的痛点问题。比如，人工智能技术辅助电力系统调度断面控制，人工智能技术辅助煤矿开采系统智能决策自主运行、掘进系统工艺设备高效协同等。颗粒度应细到可操作、可量化。二是从发展阶段看，高价值应用场景应是人工智能技术赋能空间大，但行业应用还处于早期阶段，未来可能对行业发展产生颠覆性、变革性影响的场景。对于“知识问答”等已具有一定应用规模、技术相对成熟的场景，不建议再作为高价值应用场景范畴。三是从成效看，高价值应用场景应具备全行业推广潜力，大规模应用后能带动行业或产业整体经济收益和社会效益等大幅增长，助推能源产业转型升级。

国家能源局将及时总结试点项目成效，研制行业共性标准，促进数据、算法、模型、产品、解决方案以及商业模式等成果向能源领域人工智能行业应用中试基地等相关平台汇聚，将成功经验“以点带面”推广至同类型应用场景，帮助能源企业简化开发流程、降低技术使用门槛，实现“一次建设、多方使用”，避免能源企业对人工智能技术的重复投入，加速人工智能在能源行业规模化落地。

◆ 央国企国际化经营逐步向“走出去”转变

11月25日讯，央国企在“走出去”过程中已逐渐形成“国家引领+国际惯例+央企优势+本地立足”的具有特色的运营管理模式。在“十五五”期间，国际形势可能发生

深刻复杂变化，央国企国际化经营面临诸多风险。

在此背景下，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》提出高质量共建“一带一路”。央国企开展国际化经营可由当前的“走出去”和“走进去”逐步向“走上去”转变，同时做到“高质量发展”与“高水平安全”。

在高质量发展方面，应从以下4个方面着手：一是市场运作、合规经营，走国际化和本土化经营发展道路；二是创新驱动、稳健发展，持续提高业务竞争力和国际化经营水平；三是绿色低碳、能源转型，优化新能源在共建“一带一路”中的发展布局；四是效益为先、发挥优势，实现整体效益最大化和东道国、投资者利益的最大化。

在高水平安全方面，企业要有以法律武器保护海外利益的意识，在海外项目中有利用先进技术和装备全方位的安全保护能力，掌握专业化的安全保护手段和力量，拥有与当地各类力量建立起友好关系的渠道，有“以人为本，生命至上”的安全兜底保障措施。

◆ 周心怀到东方物探公司调研

中国石油网11月24日消息，11月20日至21日，集团公司总经理、党组书记周心怀到东方物探公司调研，详细了解企业生产经营、科技创新、党的建设等情况，看望慰问干部员工，强调要深入学习贯彻党的二十届四中全会精神，坚定信心、勇毅前行，持续强化创新、深化改革，率先打造世界一流企业，为集团公司奋进高质量发展贡献力量。

周心怀来到东方物探高性能计算中心、GeoEast可视化中心、智能化生产指挥中心等调研，听取公司近年来坚持技术立企、强化创新赋能所取得的成果介绍。在智能化生产指挥中心，周心怀视频连线了正在陕西榆林、波斯湾海上执行三维项目作业的队伍，叮嘱大家强化安全作业，加强质量管控，提升作业效率效能，展现东方物探公司的品牌和良好风貌。

在听取东方物探工作汇报后，周心怀强调，要深入学习贯彻党的二十届四中全会精神，落实集团公司要求，结合企业实际，精心谋划好“十五五”及中长期发展。要进一步发挥勘探核心技术支撑作用，国内要牢固树立“地质油藏为王”的根本理念，支持油气田企业夯实地质油藏工作、推动高效增储上产；海外业务要切实加强处理解释能力建设，当好集团获取海外新项目的信息收集者、探路者，协同获取新项目；股份公司要持续完善风险勘探重大成果奖励激励机制，鼓励东方物探独立提交、首提更多重大风险勘探成果，促进技术服务支持良性循环。要坚持科技立企，深化与油气田企业沟通协作和国内有关单位合作，统筹好科研攻关的适配性，实现产业化精准落地，营造良好创新生态，稳步推进地球物理技术竞合迭代，同时加快AI赋能物探业务发展，统筹算力资源建设共享。要进一步深化改革，建立关键指标全成本分析机制，优化业务流程，推进区域化、扁平化管理。要加强党的建设，坚持依法合规治企，加强领导班子和人才队伍建设，营造清正廉洁的政治生态，凝聚干事创业合力。

总部部门、专业公司有关负责同志参加调研。

◆ 地质-工程一体化助力我国油气高效开发

中国石油网11月26日消息，（记者 王汐）11月21日，记者从第七届油气地质-工程一体化论坛上获悉，地质-工程一体化理念提出10年来，已从行业共识演进为系统工程方法，覆盖并指导行业相关领域发展，为我国油气高质量勘探开发提供技术支撑，推动跨学科技术深度融合，助力非常规及复杂难动用油气资源实现规模化、效益化开发。

本届论坛通过100多场报告，系统梳理了该模式的发展历程与技术理论突破，内容覆盖“两深一非一老”（深层、深水、非常规、老油田）油气田高效开发、CCUS及数字化智能化等前沿领域，围绕“各领域重要进展与实践范例”“数字孪生与AI赋能的地质-工程一体化融合”“管理创新与集成示范应用”等主题展开深入研讨。

与会专家认为，地质-工程一体化是推动非常规油气及复杂难动用油气资源实现效益开发的必然路径，未来需进一步强化体制机制保障，推广以油公司为主导的一体化工作平台建设与应用，聚焦新型资源类型，充分发挥人工智能等前沿技术的驱动作用，持续推动该模式在理论与技术层面迭代创新。

本届论坛由中国石油学会石油工程专业委员会联合中国石油勘探开发研究院、中国石油大学（北京）等共同主办，吸引了国内的能源企业、高等院校、科研机构等的专家学者共计330余人参加。

◆ 全国探明地质储量超7000亿立方米

煤岩气成天然气增长新亮点

11月26日讯，近期，一种被命名为“煤岩气”的新型非常规天然气资源勘探开发捷报频传，成为我国天然气增产的新亮点。记者从中国石油勘探开发研究院获悉，截至2025年10月底，全国煤岩气累计探明地质储量已超7000亿立方米。

在我国“双碳”目标与能源转型加速的背景下，保障天然气稳定增产已成为行业核心关切。2025年3月，中国石油代表团在第43届“剑桥能源周”上，向全球正式发布了“煤岩气”的概念与地质理论。煤岩气究竟是什么？它和人们熟知的煤层气有何不同？

“‘煤岩气’的发现，源于对传统地质理论禁区的一次挑战。”中国科学院院士、中国石油集团国家高端智库首席专家邹才能表示，传统煤层气理论认为，煤层埋深超过1500米后，地层温度升高会导致吸附气含量降低，加之开发成本高昂，长期被视为“开发禁区”。但我国勘探专家在钻探常规油气和致密油气时发现，这些深层煤岩层段常常有很好的天然气显示。

邹才能进一步解释说，传统煤层气以“吸附”状态为主，而煤岩气则是“游离态和吸附态并存”，且“游离气含量高”，呈现出一种“跨界”特征：赋存特征接近页岩气，开发方式则与页岩气、致密气相似。鉴于这种差异，2025年3月，中国石油勘探开发研究院研究团队根据勘探开发实践需要，正式提出了“煤岩气”这一全新概念。

这一重大理论创新的背后，是更宏观的“全油气系统”理论的支撑。传统石油地质学理论在解释无明确边界的非常规油气时存在局限。中国科学院院士贾承造于2014年提出“全油气系统”理论，用统一的视角将常规与非常规油气资源统摄于一个完整体系中。在此框架下，中国石油勘探开发研究院的科学家们提出了以含煤地层为核心的一种新类型全油气系统，即“煤系全油气系统”。在该系统内，常常共生形成煤岩气、煤层气、致密气、页岩气等多种气藏的组合。这一理论也科学解释了煤岩气“开井即见气—中后期解吸接力”的典型产能过程。

中国石油煤岩气重点实验室的最新研究成果显示，我国煤岩气地质资源量可达50万亿立方米以上，其中鄂尔多斯盆地资源量超25万亿立方米，四川、塔里木、准噶尔、渤海湾和吐哈等盆地均具备高效勘探开发的资源基础。

当前，我国煤岩气勘探开发已呈现出“多点突破、快速增长”的态势。基于“将煤岩作为储层整体勘探”理念，中国石油已在鄂尔多斯、准噶尔等盆地取得勘探突破。其中，在鄂尔多斯盆地，中国石油探明了3个千亿方级大气田，地质储量突破5000亿立方米，建成了首个百万吨级深层煤岩气田——大吉煤岩气田。

“2024年全国煤岩气产量达27亿立方米，预计2025年产量将突破40亿立方米，正在规划建设多个百万吨油当量级的煤岩气田，2035年我国有望建成300亿立方米以上的煤岩气生产能力。”邹才能表示，随着煤岩生烃成藏理论和技术进步，未来还可能发现更多富含凝析油气的煤岩油气藏，对保障国家能源安全、实现“双碳”目标具有重大意义。

◆ 新疆油田：累计注碳量突破200万吨

中国石油网11月24日消息，11月21日从新疆油田公司获悉，该公司今年CCUS注碳量已达80多万吨，历史累计注碳量突破200万吨，成为西北地区“吞碳”量最大的企业，注碳规模位居中国石油前列。

新疆油田立足准噶尔盆地碳资源禀赋，因地制宜谋划实施CCUS千万吨全覆盖工程，系统推进规划编制、碳源获取、技术攻关与现场试验，全力构建CCUS产业生态链。今年以来，新疆油田组建CCUS工程项目组，设立国家、自治区及股份公司3类科研专项，集中攻关“吃碳吐油”技术机理与实施工艺。同时，培育多元化碳源市场，构建盆地全覆盖注碳局面，推动CCUS业务提质升级。“通过市场化招标和运输路线优化，我们使碳源价格降了近三成，既保障了供应，又让碳利用真正走向可持续。”新疆油田开发公司CCUS项目经理部王奎奎说。

截至目前，新疆油田CCUS试验已覆盖多个重点油藏，实施数百口井次注碳作业，形成了涵盖碳源捕集、运输、注入及监测评估的全流程体系。当前，新疆油田日注碳量持续稳居4800吨的高位，八区530先导试验区日产原油大幅提升。

◆ 长庆油田：以节地“减法”换发展“加法”

中国石油网11月25日消息，11月的鄂尔多斯盆地，寒风吹彻黄土塬。在甘肃省庆阳市华池县，国内陆上油田最大的丛式井组采油平台白409鏖战正酣。74口开发井紧凑有序

地依托2个井场高效部署，较传统分散布井模式减少用地430余亩，相当于38个足球场的面积。

“我们按年度、分单位下达用地控制任务，激活了土地资源潜能，‘十四五’以来，累计节约用地近1.2万亩。”长庆油田土地管理科科长彭毅鑫告诉记者。秉持“惜土如金”的理念，长庆油田将节约集约用地作为绿色发展的关键抓手，始终坚守“开发与保护并重、开源与节流并举、利用与管理并行”的原则，在油气开发与土地保护之间找寻最佳平衡点，逐步形成了独具长庆特色的节约集约用地新模式。

一、闲置地变身“绿色能量场”

年均盘活320个老井场

在宁夏广袤的戈壁上，长庆油田采油三厂曾经闲置的废弃井场如今换上了“新装”——一排排蓝色光伏板整齐排列，在阳光下熠熠生辉，源源不断地将光能转化为电能。这一转变的背后，是长庆油田破解发展困境的主动作为。

近年来，随着地方经济社会快速发展，国土空间规划日趋完善，油田新增建设用地指标愈发紧缺。同时，大量老井场油气开采结束后，二次开发利用价值有限，“用地难、盘活难”成为制约油田发展的突出瓶颈。

立足于宁夏区域充足的光照资源与便利的电网接入条件，采油三厂率先探索废弃井场再利用模式，将绿色能源开发与土地盘活有机结合。通过实地勘测、科学规划，对废弃井场的场地条件、地质结构进行全面评估，因地制宜布局分布式光伏电站。

“每一块光伏板的铺设，都是对土地价值的重新挖掘。”采油三厂土地管理办公室员工刘达为说。从2022年至今，采油三厂已在宁夏区域建成并投运97座分布式光伏电站。这些电站错落分布在戈壁上，既实现了土地的集约利用，也给油田绿色转型注入新动能。

除了发展新能源，长庆油田还在老区块油气挖潜上做足文章。重新梳理老区块的地质资料，运用先进勘探技术精细研判剩余油气储量分布，在老井场开展新钻、扩边、加密布井作业，让老场地持续产出“新油气”。

数据显示，长庆油田年均利用老井场320个，累计节约用地950余亩，在有效动用油气剩余可采储量的同时，最大限度减少了新增用地需求，实现了资源开发与土地节约的良性循环。

二、立体布局锻造“节地样板”

连续4年用地量递减5%

两个月前，国内首座立体布置联合站——岭四联合站投产见效。该场站打破“平面铺开、粗放占用”的固有模式，用地直接节约34%。走进联合站，不见传统站场零散分布

的设备与管线，映入眼帘的是集成化的模块设施、有序排布的立体管网，既美观整洁，又大幅提升了空间利用效率。

如果说老土地盘活是“存量挖潜”，那么新场地建设则是“增量优化”。近年来，长庆油田在新产能建设中，始终坚守“用最少的井场动用最多的油气储量、用最小的土地面积建最大的油气产能”的节地理念。从传统的“一区一井”发展模式，到如今大平台作业模式下的“一区多井”发展模式，土地利用效率实现质的飞跃，油气资源实现效益开发。华H100平台以30亩土地坐拥31口水平井，创下亚洲单平台布井数量纪录，有效节约土地100余亩。

“节约用地不是简单的‘少占地’，而是要在科学规划的基础上，实现土地利用效率的最大化。”彭毅鑫介绍道。长庆油田在新场地规划之初，就组织地质、工程、环保、土地等多专业团队联合论证，优化井位布局、站场选址与管线走向，确保每一寸土地都用在“刀刃上”，既保障产能建设需求，又坚守生态保护底线。

数据显示，长庆油田用地量连续4年在前一年用地量基础上下降5%，累计节约土地1.2万亩，做到了用“节地减法”换来“效益加法”。

三、智慧平台突破“用地迷局”

4. 4万宗土地实现可追踪

土地资源分布广、类型杂、信息多，如何实现全流程精细化管理？长庆油田给出的答案是：数字赋能，让土地管理“看得见、摸得着、管得好”。

11月22日，采油八厂生产保障部员工于祥国轻点鼠标，在土地管理信息系统中输入目标区域关键词，屏幕上立即精准调出该区域宗地的详细数据。

“以前查土地信息，得在堆积如山的纸质台账里翻找比对，还得跑档案室、去现场核实，一套流程下来至少需要两三天。现在登录系统，信息一键直达、一目了然，效率提高了不止10倍！”于祥国指着屏幕上清晰的宗地电子档案感慨道。

这一高效场景的实现，源于2025年初土地管理信息系统在长庆油田全面上线运行。为突破土地信息分散、查询烦琐、管理粗放的“用地迷局”，长庆油田历时2年多，对全油田44507宗土地的基础信息、合同文件、变更记录、现场影像等数据进行全面梳理、标准化录入，构建起覆盖全油田的土地资源“数字档案库”。

该系统不仅提高了管理效率，而且规范了管理流程。通过土地管理信息系统，长庆油田实现了土地从规划、征用、使用到处置的全生命周期管理，每一笔土地相关业务都能在线上规范流转、全程留痕，有效防范了管理风险。同时，系统还能实时统计土地利用效率、节约用地数量等关键数据，为生产决策提供精准支撑。

从长远发展来看，土地集约利用的意义早已超越单纯的“节地降本”，成为长庆油

田构建可持续发展模式的关键抓手。土地资源的高效盘活，让油田有更多精力和资金投入核心技术研发、智能化改造等领域，推动生产模式从“规模扩张型”向“质量效益型”转变。这种以节地“减法”换发展“加法”的实践，为油田在资源约束、生态保护的双重压力下，探索出一条“空间集约、产能高效、生态友好”的发展新路。

◆ 中国石化4项目获中国质量协会质量技术奖

近日，中国质量协会公布2025年度质量技术奖评选结果，中国石化4个项目获奖。其中，工程院超深层复杂油气井尾管固井装置“以极定标”质量管控技术及应用获一等奖；经纬公司井下严苛环境高精度高可靠旋转导向钻井装备关键技术研究及产业化、胜利油田百万吨级二氧化碳驱油与封存关键技术及工程应用、润滑油公司新能源汽车减速箱油泡沫特性质量提升技术研究及应用等3个项目获三等奖。

工程院大陆架公司研发高性能、高可靠性的尾管固井成套装置，破解了极端工况下复杂尾管固井行业难题。经纬公司自研旋转导向钻井装备产品线，有效提升装备稳定性和施工效率。胜利油田创新二氧化碳高压混相驱油与封存理论，研发长距离二氧化碳管道安全输送技术，支撑二氧化碳高效驱油与安全封存。润滑油公司攻关新能源汽车减速箱油泡沫特性质量提升技术，为新能源汽车产业质量升级提供支撑。

◆ 中国石化4名高技能人才入选央企工匠培育对象

11月27日讯，近日，国务院国资委公布了2025年央企工匠培育对象名单，西北油田毛谦明、胜利石油工程刘东章、扬子石化陈玉东、沧州炼化王卿成功入选。央企工匠聚焦“工匠五力”标准，要求参选者具备引领力、成就力、创新力、专注力、传承力，4名石化员工凭借在关键领域的技术突破和团队培养成效脱颖而出。

央企工匠培育工程由国务院国资委组织集中培育和企业自主培育相结合，计划每年培育150名央企工匠，按照“一人一策”开展针对性培育。下一步，集团公司党组组织部将主要围绕集中培训、技能传承、技能大师工作室建设、交流合作、重点项目支持等方面强化央企工匠培育，着力打造一支懂技术、会创新、能攻关的高素质技能人才队伍，为集团公司高质量发展提供坚实人才保障。

◆ 驻川企业发布“十四五”高质量发展成果

本报11月24日讯，11月21日，中国石化驻川企业在成都联合举办高质量发展成果发布会。“十四五”期间，西南油气分公司、勘探分公司、四川石油、西南石油工程、中原油田普光分公司等10家驻川企业累计探明8个大中型油气田，供应成品油2288万吨、天然气800亿立方米，缴纳税费超200亿元，以多种方式助力乡村振兴。

“十四五”期间，驻川企业聚焦油气高质量勘探和效益开发，累计探明天然气储量7077亿立方米。建成593座加能站、13座油库、6座加氢站。强化创新驱动，荣获省部级科技进步奖82项，获国内外专利授权1512件，其中70项达到国际先进或国内先进水平。联合高校共建2个国家重点实验室、1个试验示范基地。

“十四五”期间，驻川企业成功创建四川省首座“无废油库”“无废港口”，建成我国首座含硫气田采出水低温蒸馏站，荣获国家级“绿色矿山”、国家级“绿色工厂”

等称号。投入乡村振兴帮扶资金超1.3亿元，捐资782万元对口帮扶5所乡村小学。

◆ 中原油田：研发超小直径潜油电泵技术

本报11月26日讯，近日，中原油田采油气工程服务中心自主研发的超小直径潜油电泵技术在濮城采油厂濮2-223侧1井首次成功应用，填补了国内技术空白。该技术的成功应用实现了同类型产品国产技术应用零的突破，能够有效解决我国现有潜油电泵产品技术的规格尺寸制约难题。

潜油电泵作为一种主流的无杆泵机抽油设备，在油气开发中发挥着重要作用。技术人员针对性开展超小直径潜油电机、高速小直径潜油离心泵等关键装置及配套地面控制系统的研制，形成了完善的超小直径潜油电泵自主生产技术。该技术产品规格较常规潜油电泵机组缩小约1/3，采用永磁电机技术，可节能30%，并通过信息智能化技术应用，实现了电泵井生产动态参数实时监控。

◆ 西北油田：“化学+工艺”促上产降成本

本报11月24日讯，今年以来，西北油田运用“化学+工艺”方式促上产、降成本，应用低成本酸液增油措施26井次，累计增油1.8万吨，单井成本降低超50%。

为提升塔河油田油气采收率、解决常规酸压成本高且风险大的难题，西北油田持续改进酸液速溶乳液稠化剂，应用增黏缓速和覆膜缓速两套技术方案开展压裂，酸液缓速率提升至91%。TH123147井使用升级后的酸液，日产油由7.8吨提升至16.4吨。在工艺优化上，改变常规注水补能方式，采用电驱压裂技术，用电驱泵替代常规管网，配合高效暂堵材料提升优势通道封堵能力，实现增产和降本目标。

为进一步降低酸液成本，西北油田成立攻关小组展开调研，通过科学试验验证了使用低成本副产盐酸替代工业盐酸的可行性。同时，针对井筒温度低的特点，采用低成本中温缓蚀剂、减阻剂替代原配方，酸液成本大幅下降。

◆ 西北油田：专家作用发挥平台赋能基层

本报11月26日讯，11月9日，在西北油田采油一厂，油田油藏地质专家汪彦走上专家讲坛，聚焦碳酸盐岩缝洞型油藏进行授课，现场座无虚席，学习氛围拉满。“从缝洞识别到三维建模，汪专家把每个技术难点都解析得透彻到位，干货满满，收获很大！”采油一厂采油管理一区今年入职的青工余超说。

从设置专家团队到基本建成百人专家团队，不过短短3年。为充分发挥各级专家智慧和经验优势，2025年，西北油田开展专家问诊和专家讲坛，面向生产一线传经送宝，为相关领域技术人员提供方便权威的交流平台，助力技术人员成长成才，同时赋能基层破题。

一、搭建平台，打通末梢发挥作用

2025年伊始，西北油田确定年度重点工作清单，“强化任务清单管理和日常考核评价，倒逼专家作用发挥”成为（油田）党委组织部向油田党委立下的“军令状”。为解

决生产一线难题而搭建的专家作用发挥平台——专家问诊和专家讲坛应运而生。

党委组织部联合各专业考核组，根据专业特长最终确定19位专家名单，涵盖勘探开发、石油工程、企业管理、党建政工等多个领域，公开职位、专业技术领域、代表性成果、办公地点和电话，详细说明擅长解决难题类型。这19名油田高级专家、专家面向基层一线，根据专业特长和方向接受基层问答，全时段、全过程开展形式多样的问诊。

同时，他们向百人专家团队征集了19个授课主题，面向30多个单位和部门征集意见，最终遴选出基层最关注的5个主题，邀请5位专家走进油田生产一线，聚焦现场难点痛点进行授课，与基层技术人员面对面答疑解惑。从专家选题到基层定题，从参数领先到体验优先，这5场专家讲坛，体验感拉满。

二、权威问诊，专业指导攻克难题

虽然常驻办公地点是位于新疆乌鲁木齐的科研单位，但是西北油田采油气工程高级专家胡国亮每年至少半年驻扎在油田南疆生产一线。

今年以来，胡国亮持续接受西北油田石油工程技术研究院、各采油气厂、完井测试管理中心、采油工程项目部、油气开发管理部等单位委托，围绕技术可行性论证、设计方案优化、现场调整优化、作业故障处置等开展多轮次问诊，推动解决了一批现场难题。这份问诊成绩单，是他积极深入现场、推进地质工程一体化、在方案决策中充分发挥专家作用的体现。

“专家们能够凭借深厚的学术背景和丰富的实践经验，为问题提供精准诊断和解决方案，确保问诊结果的权威性和可靠性，这就是我们希望看到的结果。”党委组织部副部长黄振琼说。

“过去，是我单向找问题去解决。现在有了专家问诊，我的信息都是公开的。一线的同事经常主动来找我，我也很乐意帮助大家解决问题。”胡国亮说。

专家的意见成为很多问诊场景的关键决策依据，减少了试错成本，为后续行动提供了明确方向。

董刚是西北油田地面工程（油气集输）专家，对地面工程工作颇有心得。“前不久，TH10434井区涉水管线的隐患治理，是董专家带着我们一起完成的。从地面管线方案的优化审核，到管线刺漏等现场问题的隐患治理，他教了我许多。”采油三厂技术管理室工程技术管理岗朱康华说。

“百人专家团队里的每一位专家都是在各自领域的佼佼者，我们希望通过专家问诊和专家讲坛这种形式，建立专家与一线通道。专家在解决问题的同时，也可以提升问诊人员的专业认知和实操能力水平，达到授人以渔的目的。”黄振琼说。

◆ 让创新从“零星突破”到“全面开花”

来源：中国石化报（2025-11-25）

□本报记者：杨敏 通讯员：张杰、晁旭

面对老油田资源接替不足、开发难度增大等难题，中原油田摒弃“单兵作战”思维，打造“产学研用”深度融合的创新生态，锻造增储上产“强引擎”，推动技术成果实现从“零星突破”到“全面开花”的历史性跃升。

从东濮老区到内蒙古探区、从常规油气到非常规油气，科技创新这个“关键变量”正在转化为中原油田高质量发展的“最大增量”——原油产量连续5年箭头向上，盈亏平衡点连续4年大幅下降，一系列关键核心技术突破的背后，是一场深刻的科技革命与管理变革。

一、打破壁垒，构建矩阵式攻关新模式

高等院校做精基础研究、科研院所做优系统研究、企业做实应用研究

老油田稳产，根本出路在科技赋能。

“深层隐蔽性油气藏就像‘躲猫猫’，极复杂断块提高采收率更是世界级难题。”中原油田勘探开发研究院副院长罗波波坦言，“过去的‘单兵作战’模式难以适应复杂挑战，必须打造体系化创新格局。”

中原油田联合22家高校、科研院所，开展内部大兵团协同、外部大协作联动，形成“高等院校做精基础研究、科研院所做优系统研究、企业做实应用研究”的矩阵式攻关新模式。

中原油田科技信息部副经理游小森介绍：“这种模式如同精密的齿轮，各个环节紧密咬合、协同运转，团队成员发挥各自的专业优势，相互交流、启发，如同一场知识的盛宴，激发出无数创新的火花。”

横向上，以推动产业链升级为导向，布局酸性气增储安全高效开发、东濮老区增储及提高采收率等九大攻关领域，全力推进储量、产量、效益稳增长；纵向上，以畅通技术链条为导向，组建17个共性学科团队和10个创新攻关团队，全力推进学科建设向“精、准、专”方向发展。

在人员配置上，中原油田推行“集团公司高专+油田副总+首席专家”三级项目长负责制，组建由专家、博士后领衔的基础研究团队。这种既分工明确又协同作战的体系，让科研资源使用效率大幅提高。

东濮老区属于极复杂断块，该区块提高采收率是一道世界级难题。如何穿透高温高盐的重重阻隔，在犹如“金琵琶”构造的油藏深处精准刻画出一条断裂通道，再用定

制化技术激活每一块分散的油藏“碎片”，把“边角料”里的原油高效采出？

科研人员与相关院校和单位的创新攻关团队深度融合，创新研发了具有高温高盐油藏特色的协同开发模式，由“寻找剩余油富集区”变为“制造剩余油富集区”。“这不仅仅是油田开发技术的进步，更重塑了老油田开发的思维。”罗波波说。

二、生态重塑，激活创新“一池春水”

科研效率跃升、技术奖项突破、人才梯队壮大，共同勾勒出“技术先导”与“数智赋能”的鲜明轮廓

走进中原油田新建的“花园式”科技园区，在研究院、采油厂研究所区域一体化办公现场，科研人员交流的身影随处可见。

“过去，立项审批、合同签订等间接科研活动耗时较长，现在‘科研减负’让我们有更多精力聚焦主业，工作效率大幅提升。”中原油田一位科研人员感慨。

这种变化源于中原油田多部门联动构建的服务保障支撑体系。19个机关部门有机联动，合力推进“创新链、产业链、资金链、人才链”深度融合，聚力打造“技术先导型油田”和“数智赋能型油田”。

在创新生态构建上，中原油田构建高能级实验+中试研发新范式，按照“特色鲜明、择优扶强”的原则，分步推进油田实验室建设，全面完善油田实验体系，首获集团公司基础前瞻奖。

他们将实验室建设融入国家、集团、地方创新体系，建成中国石化酸性气田开发重点实验室、四川省天然气净化中试研发平台、河南省绿氢制储运及装备中试基地等多个重要平台。这些平台为科研人员提供了先进的实验设备和良好的研究环境，有力推动了区域性创新“基础研究+中间试验+产业化”的快速接力。

为畅通多层次科研人才成长通道，中原油田制定《科研人才梯队建设方案》，编制勘探、开发、工程、新能源培训教材，开展九大领域技术体系建设，分级分类实施，提升科研人员全链条能力。高层次培训班聚焦打造战略领军人才、骨干培训班致力塑造拔尖核心人才、基础培训班着力夯实新生后备力量，形成了完善的人才培养体系。

同时，他们深化“项目+人才+团队”培养模式，选派优秀骨干到战略合作单位挂职锻炼，举办博士后沙龙，组织断块油气、酸性气大型技术交流等活动，不断吸收先进理念，拓展创新思维。

从“花园式”园区里的思想碰撞，到“科研减负”释放的创新活力；从高能级研发平台搭建的“创新舞台”，到多层次人才体系培育的“智慧力量”，中原油田的创新不再是单点突破的“微光”，而是全域迸发的“星火”——科研效率跃升、技术奖项突破、人才梯队壮大，共同勾勒出“技术先导”与“数智赋能”的鲜明轮廓。

三、成果落地，赋能老油田高质量发展

成功研发出酸性气安全高效开发技术系列，落实452.1亿立方米可挖潜储量

科技创新若不能扎根实践，终将是纸上谈兵。不仅要让技术“开花”，更要推动其“结果”——将科研成果转化为实实在在的生产力，这正是中原油田推动高质量发展的关键所在。

为实现这一目标，中原油田构建了以成果落地为核心的产学研用协同机制，常态化开展“博士+专家”一线行活动，精准对接现场需求，推动技术成果走出实验室、走向生产现场。

“产学研用的本质，就是打通研究、开发到应用的全链条，把学术成果转化为现实生产力，核心在于转化。”中原油田石油工程技术研究院副院长魏鲲鹏道出关键。

在此基础上，中原油田创新构建“首台（套）—示范区—规模应用”三级转化路径，对首台（套）成果给予全额补贴；对技术成熟度和经济性适配成果设立示范区，予以部分补贴。最终推动优质成果实现规模化、效益化应用。

“这一机制有效扭转了以往‘研发高投入、转化低产出’的局面。”中原油田科技信息部副经理王振华介绍，“自2024年以来，油田研发投入达5亿元，连续5年保持10%以上的增长，研发投入强度提升至2.6%。”

持续的投入带来的是看得见的回报：东濮老区全油气系统接续成藏理论实现突破，首次证实水层之下存在规模油气藏，指导落实3个千万吨级增储阵地；马3001斜井日获106立方米高产油气流，推动勘探开发战略向洼陷带转移；内蒙古探区通过“揭榜挂帅”机制攻克稠油冷采技术，实现难动用储量效益开发。

在支撑油田产量的主阵地普光气田，技术落地同样迎来关键突破。通过近3年集中攻关，中原油田成功研发出酸性气安全高效开发技术系列，不仅落实452.1亿立方米可挖潜储量，更建成国内首座千万立方米规模高含硫湿气增压示范站。这项突破让普光气田在国内率先实现整体湿气增压开采，稳产期延长6年。

无论是“博士+专家”深入一线破解难题，还是构建三级转化闭环体系；无论是年均5亿元的研发投入筑牢根基，还是东濮增储、内蒙古突破、普光提效的“三连胜”——中原油田以“机制铺路、投入筑基、成果验证”的实践，成功破解了科技与生产“两张皮”的难题。

从“单兵作战”到“体系支撑”、从“零星突破”到“全面开花”，中原油田以体系化创新破解技术瓶颈，向着更高效、更智能、更绿色的目标迈进，为老油田可持续发展探索出了一条可借鉴之路。

链接：矩阵式攻关新模式

中原油田联合22家高校、科研院所，开展内部大兵团协同、外部大协作联动，形成高等院校做精基础研究、科研院所做优系统研究、企业做实应用研究。横向上，以推动产业链升级为导向，布局酸性气增储安全高效开发、东濮老区增储及提高采收率等九大攻关领域，全力推进储量、产量、效益稳增长；纵向上，以畅通技术链条为导向，组建17个共性学科团队和10个创新攻关团队，全力推进学科建设向“精、准、专”方向发展。

四、江汉油田：以系统性创新驱动高效勘探

□谢江 刘媛媛

近期，继复兴油田提交的探明地质储量获自然资源部认定，意味着四川盆地首个页岩层系油田诞生之后，红星页岩气田页岩气探明储量又顺利通过审定，标志着我国又一个大型页岩气田诞生，为我国页岩气战略增储上产开辟了新阵地。这些成绩的取得，是江汉油田天然气勘探科研团队紧盯一线难题，在基础理论与核心技术攻关上实现的系列突破。

生产一线是催生技术创新的源头活水，不断提出新课题、新需求，牵引着科研技术朝着更精准、高效、实用的方向演进。而基础研究则为勘探实践提供了强有力的理论支撑，产学研的深度融合更将前沿认知迅速转化为消除技术瓶颈的“利器”。正是“实践—认识—再实践”的循环往复，推动着江汉油田天然气勘探在挑战中不断实现质的飞跃。

江汉油田坚持地质研究与工程技术深度融合，提升实时决策与理论创新能力。天然气勘探技术支撑团队长年扎根一线，紧密跟踪每口井的钻井与压裂动态，让“施工蓝图”精准落地，为钻探试采装上“精准导航”。面对红星地区二叠系吴家坪组页岩气“压裂难、产量低”的困局，非常规勘探团队创新提出“地质+工程”双甜点理论，推动红页3-2HF井、红页7HF井产量翻番，仅用1年时间，便提交千亿立方米页岩气探明储量。

基础研究看似“不直接产生效益”，却开阔了勘探人员的视野，为在成熟区寻找新层系、在未知区开辟新战场提供了坚实的理论依据，是支撑勘探井成功论证的关键“暗线”。非常规勘探团队将基础研究的根基深扎于地下，以系统性创新驱动高效勘探，为储量提交和新区拓展注入强劲动力。

川东地区海相常规天然气勘探长期停滞，江汉油田研究院天然气勘探所副所长刘漪带领常规天然气团队，围绕侏罗系凉高山组、寒武系洗象池群、震旦系灯影组、二叠系茅口组等多套前期非目的层系，从地层、沉积、储层、成藏等基础地质研究入手，在岩芯与数据中寻找线索，落实了一批目标及井位。部署的红星1井喜获高产工业气流，实现红星地区二叠系茅口组孔缝型新类型储层勘探重大突破，并提交千亿立方米天然气预测储量。

江汉油田将高校的前沿理论、实验室的先进技术与自身的工程经验，在广阔生产阵地上整合、优化、放大，最终转化为解决实际问题的生产力。研究院天然气勘探所主任

师舒逸带领复兴勘探团队联合中国地质大学组建攻关小组，依托高校前沿实验技术，创新提出“纳米示踪剂-原位相态模拟”技术，首次揭示陆相页岩油气差异赋存规律。针对复兴凉高山组页岩油气轻烃易挥发的难题，他们在兴页L1001-6-3HF井成功实施保压取芯，准确获取到储量提交的关键参数，为资源评价确立了可靠的I类标准。两年时间，他们攻克4项“卡脖子”技术，有力支撑了亿吨级储量的落实。

通过产学研用深度融合，江汉油田天然气勘探工作实现质效齐升，两项探明地质储量先后通过国家权威评审，标志着油气勘探取得战略性突破。

五、江苏油田：构建“系统化”矩阵聚力攻坚

□朱苏青

江苏油田通过构建“系统化”矩阵聚力攻坚，油田稳产降本、效益提升成效显著。近3年，先后通过中国石化科技成果鉴定11项，1项技术达到国际先进水平，6项技术达到国内领先水平；累计申请专利283件，获得授权专利203件。

当前，油气勘探开发正深度迈向“低深隐难”领域与非常规阵地，面临资源品位下降、稳产压力加大、挖潜成本攀升等多重挑战，靠“单打独斗”的分散攻关难以打破核心技术壁垒，靠“零敲碎打”的资源投放无法应对多学科融合的创新需求。

在科技创新向“难”攻坚、向“新”前行的征程中，江苏油田集聚各方合力，构建“目标聚焦、资源聚合、力量协同、链条贯通”的科技创新“系统化”矩阵，加快培育新质生产力。

把准“方向标”，让有限资源聚焦攻坚靶心。聚焦勘探开发关键核心技术，江苏油田在顶层设计上加大力度，保持研发强度4%的稳定投入，并坚持“好钢用在刀刃上”的原则，将非常规油气、下扬子勘探、广西页岩气等基础研究投入占比提升为20%以上。同时，加强对重点研发平台建设的资金支持，对非常规研究中心、CCUS研究中心、微生物工程技术中心等进行专项扶持。

筑牢“支撑点”，打造内外联动创新平台。突出“向上借力”，江苏油田充分用好国家重点实验室、中国石化原创策源地建设等资源优势，挂牌成立苏北页岩油勘探开发试验示范基地。今年成功参与国家专项3项，承担及参与集团公司科技课题27项，关键技术攻关水平显著提升。突出“向内聚力”，在油田内部建立由研究院、研究所，以及33个创新工作室组成的三级研发攻坚平台，推动全员全层级科研攻关。今年，共开展87项“项目+课题”研究，全方位助力油田攻坚创效。

激活“动力源”，打破壁垒推动协同攻坚。江苏油田创新“项目群”“内部竞聘”“揭榜挂帅”等协同机制，构建起“跨领域、跨单位、跨专业”的攻坚生态。在“项目群”方面，围绕页岩油地质工程一体化、隐蔽油藏勘探开发、大幅度提高采收率、下扬子中古生界勘探等重点工作，成立4个科技项目群，既聚焦“卡脖子”难题发起“系统攻关”，又注重基础研究与应用攻关的“链式贯通”，提升科技创新效能。在“揭榜挂帅”

方面，聚焦下扬子中古生界勘探、大幅提高采收率技术等两项资源接替瓶颈，对外“招贤纳士”，以开放合作的姿态打破技术壁垒，引入外部顶尖科研力量加快攻坚。此外，围绕天然气勘探、页岩油效益开发等瓶颈，计划开展对内“揭榜挂帅”，选拔最优力量攻克难题，进一步激发创新活力。

新闻会客厅：

六、老油田要实现高质量发展必然要走科技赋能的创新之路

集团公司高级专家：余传谋

1、问：科技赋能对老油田高质量发展意味着什么？

答：老油田勘探开发普遍历历经数十年，面对极复杂油气勘探开发对象与诸多世界级技术挑战，多数先后开展过多次大型科技攻关会战。当前，“十四五”科技攻关大会战即将收官，回望这一阶段取得的成绩，充分说明老油田要实现高质量发展，必然要走科技赋能的创新之路——唯有依托科技创新，才能突破长期积累的技术瓶颈，加快油气增储上产降本进程，破解资源递减、开发难度加大等难题，最终实现可持续发展。

党的二十大报告指出，要深入推进能源革命，加大油气资源勘探开发和增储上产力度。集团公司工作会议提出，上游要全力增加优质规模储量，确保原油效益开发，推进天然气高质量大发展。

科技赋能恰如强劲引擎，推动老油田坚定不移扛稳保障国家能源安全的神圣职责，以无畏之姿担当起行业及集团公司科技力量第一梯队的先锋使命，为能源行业稳定发展筑牢根基。

2、问：老油田在科技赋能上的未来发展方向是什么？

答：未来，老油田将坚定不移深化创新发展与数字化转型战略，推动其向更深层次、更广领域迈进，以创新链的突破性进展为引擎，全面赋能产业链升级，有效撬动资金链与人才链的协同优化，构建“四链融合”的良性发展生态，为老油田转型找到可借鉴的路径。

锚定高端化方向，锻造科技创新“硬实力”。以国家重大战略需求为导向，在深层油气勘探、智能完井技术、绿色低碳开发等领域集中发力，力争实现重大突破，形成一批自主可控、国际领先的原创性成果，推动老油田从技术跟随向技术引领转变。

强化产创融合，激活产业创新“新动能”。加强与高校、科研院所的协同创新，搭建高效转化平台，推动实验室成果向中试基地、生产现场快速落地。围绕主业布局战略性新兴产业，实现科技创新与产业发展同频共振。

加速数智转型，打造智能油田“新标杆”。以数字化、信息化、智能化为核心方向，

全面推进生产运营智慧化升级，构建覆盖勘探、开发、生产、经营全流程的智能决策系统，提高整体运营效率。

坚持问题导向，破解创新发展“卡脖子”难题。聚焦科研创新能力不强、成果转化效率不高、人才结构不合理、数字化水平偏低等突出问题，实施“靶向攻坚”，逐个破解难题、补齐短板。

优化人才生态，构筑创新人才“强磁场”。坚持“人才是第一资源”理念，加大高层次人才引进力度，完善科技人才成长机制，打造一支结构合理、素质优良、创新能力强的科技人才队伍。

通过以上举措，老油田将逐步形成科技引领、创新驱动、数智赋能的高质量发展新模式，为保障国家能源安全、推动行业转型升级作出更大贡献。（杨敏、王坤、郭艺博、整理）

◆ 对话国际能源转型学会会长、

国际能源论坛前秘书长：孙贤胜

（发表日期：2025-11-25）

今年是中国石油成立75周年。作为共建“一带一路”的排头兵，中国石油深度参与国际能源合作、全球能源治理，在世界舞台上发出了中国石油的声音，擦亮了中国石油的品牌，朝着世界一流综合性国际能源公司奋勇迈进。

中国石油这75年的发展历程成就如何？未来如何发展？中国石油的国际化发展如何惠及全球？中国石油在能源合作、能源治理、能源转型领域取得了哪些经验？如何进一步拓展深化？就这些话题，本报记者采访了国际能源转型学会会长、国际能源论坛前秘书长孙贤胜。

一、记者：您怎么看待中国石油75年的发展历程？

您认为中国石油未来朝哪些方向努力？

孙贤胜：中国石油这75年的发展史，就是一部和国家命运紧紧相连的奋斗史。总的来说，中国石油已经成长为能代表中国实力、在国际舞台上发挥作用的世界一流能源企业。它的发展历程，也折射出央企从服务国家到走向全球的奋斗史。

至于未来，我认为中国石油应朝着以下几个方向努力。

第一，在绿色转型中发挥引领作用。中国石油不应只是参与者，而要成为真正的引领者。天然气作为重要的过渡能源，目前在我国的人均消费量和在一次能源消费中的占比依然偏低，增长空间很大。我国具备较为坚实的储量基础和较大的增产潜力。通过体制机制、科技和管理的协同创新，中国石油完全有可能推动国内天然气产量在未来

达到新高度，并据此在国际谈判中争取更有利的进口气价，从而降低全社会能源成本。同时，还要加快布局氢能、生物质能、CCUS（碳捕集、利用与封存）、地热等新能源领域，推动实现“双碳”目标。

第二，要做技术创新的源头。在深海勘探、非常规油气、数字化油田、人工智能这些领域，都需要更多的自主研发和核心技术。这类原创性技术突破应当更多涌现。

第三，要成为国际合作的典范。在海外运营时，除了贡献税收和创造就业机会，还要在环保、社区共建、本地人才培养等方面做到行业标杆，讲好合作共赢的故事。比如，中国石油正在哈萨克斯坦建设400兆瓦风电项目，在阿布扎比建成光热驱油示范工程。这样的绿色合作应该持续扩大。

第四，要成为国家能源安全的“智能守护者”。不只是保障供应，还要借助数字化和全球网络的优势，构建更有韧性、更智能的能源供应链。2025年5月28日，中国石油发布3000亿参数昆仑大模型，标志着其在人工智能领域又迈出关键一步。这意味着数字化、智能化正成为能源安全的“新护城河”。

二、记者：在您看来，中国石油认真践行

共建“一带一路”倡议，广泛开展国际能源合作，给全球带来了哪些积极影响？

孙贤胜：中国石油广泛开展国际能源合作，对中国最核心的影响是助力保障国家能源安全。中国是全球最大的能源消费国和进口国，如果过度依赖某一个地区，一旦出现地缘政治风险，供应就会受到很大冲击。而中国石油建立起覆盖中亚、中东、非洲、拉美等地区的多元供应体系，为中国提供了更加稳定、可持续的能源来源。

同时，这些海外项目也带动了国内经济发展和技术升级。它们不仅带来收入，支撑国有资产保值增值，还带动了国际贸易、工程技术、工程建设、装备制造、金融保险等领域企业一起“走出去”，推动了整个产业链的国际化。在与埃克森美孚、壳牌等国际一流石油公司的竞合中，中国石油不断提升技术、管理和HSE标准，这其实就是一次次全方位的“国际练兵”。

此外，这些项目对中国外交和地缘政治也产生了积极作用。大型能源投资项目往往成为双边关系的“压舱石”。通过创造就业机会、贡献税收、推动社区发展，中国石油不仅增强了双边纽带，也树立了中国企业负责任的国际形象。

对国际社会的积极影响主要体现在以下三个方面。

第一，就业和民生改善。以中亚为例，中国石油在当地创造就业机会超过4万个，员工本土化率超过95%；中国石油海外业务为东道国贡献了大量税费，这些收入被当地广泛用于基础设施建设、教育和医疗改善，直接改善了民生。

第二，能源供应链更安全。中油国际管道公司目前管理运营多条跨国油气管道，年油气输送能力超亿吨油当量。江苏LNG接收站已与20多个国家和地区建立通航关系，为

长三角及周边地区稳定供应天然气。这些基础设施不仅服务国内，也增强了区域和全球能源市场的韧性。

第三，助力绿色转型与环保。中国石油的国际合作不局限于传统油气项目，还积极融入清洁能源和减排方案。例如，哈萨克斯坦PK公司风电项目、伊拉克鲁迈拉光伏储能电站、伊拉克哈法亚天然气处理厂等项目，既帮助东道国实现绿色发展，也让全球能源行业看到了中国企业低碳转型的实际行动。

三、记者：您认为，中国石油在参与全球能源治理方面

取得了哪些成就？未来可以在哪些方面发挥更大的作用？

孙贤胜：过去30多年里，中国石油的国际化发展以及在全球能源治理中的深度参与，已经使其成为全球能源格局中的一支重要力量。

中国石油在参与全球能源治理方面已经取得了显著成就。第一，实现了从“参与者”到“建设者”的转变。过去，全球能源治理相关规则主要由西方主导；如今，中国石油通过深度参与世界石油理事会（WPC）、金砖国家工商理事会（BBC）、国际能源论坛（IEF）等多边机制，逐渐成为规则制定和对话中的重要力量。

第二，在全球市场中发挥了“稳定器”的作用。中国石油通过多元化供应渠道，让中国乃至亚洲的能源供应更稳健、更有韧性。比如，中俄东线天然气管道全线贯通后，每年可向中国供应大量天然气，为区域能源安全提供了长期确定性。

第三，推动了应对气候变化与绿色转型的行动。中国石油是国内唯一加入油气行业气候倡议组织（OGCI）的企业，积极参与甲烷减排、低碳LNG和CCUS路线图制定。吉林油田自主研发创新形成CCUS技术，并率先建成亚洲最大、国内首个全产业链、全流程CCUS示范工程。

第四，成为全球发展的“赋能者”。中国石油开展海外业务，不仅带去资金和市场，还推动投资、技术转移和人才培养，为合作国的产业升级和社会发展注入了可持续动力。

未来，中国石油要想在全球能源治理中发挥更大的作用，建议做好以下几个方面的工作。

第一，要从“贡献智慧”向“引领议程”转变。可以在IEF（国际能源论坛）、IEA（国际能源署）等平台提出“公正能源转型”“全球能源可及性”“数字化与能源安全”等新议题，把发展中国家的关切纳入全球治理主流。

第二，要成为综合解决方案的提供者。不局限于油气，而是提供“油气+新能源+电网+碳管理”的整体方案。例如，开展风光氢储一体化示范项目建设，为合作国提供系统化的绿色发展路径。

第三，要在规则 and 标准制定上争取更多话语权。像绿氢、低碳LNG、甲烷监测等领域，中国石油完全有能力推动形成国际通行标准。

第四，要进一步提升ESG沟通能力。通过更高标准的信息披露，积极讲好中国石油在减排、社区共建方面的故事，树立负责任的企业公民形象。

四、记者：在备受关注的能源转型领域，

在您印象中，中国石油取得了哪些进展？您建议未来在哪些方面进一步发力？

孙贤胜：中国石油的转型战略不仅关系到自身发展，也对全球能源格局有着深远影响。回顾近几年中国石油推进能源转型的情况，我认为有几个方面的进展令人印象深刻。

第一，中国石油在石油和天然气领域扮演了“稳中求进”的核心角色。作为国内油气供应的主力军之一，中国石油大力发展天然气，不仅提高了天然气在一次能源中的比重，也为能源转型赢得了宝贵的窗口期。

第二，重构战略定位。中国石油不再只是传统意义上的油气公司，已经明确提出向“油气热电氢”综合性能源公司转型。天然气作为过渡能源继续放大优势，同时也在氢能、地热等新领域加快布局。

第三，加快绿色低碳转型。中国石油全力实施“清洁替代、战略接替、绿色转型”三步走总体部署，着力打造化石能源与新能源全面融合发展的“低碳能源生态圈”。今年上半年，中国石油加快推进塔里木上库光伏、青海格尔木风电、吉林昂格风电等重点项目建设，风光发电量大幅增长。

第四，通过数字化赋能提升全流程效率。人工智能、大数据、物联网等技术正在被应用于建设智能油田和智能工厂。此外，昆仑大模型的落地应用，意味着中国石油正在以数字化、智能化手段重塑能源生产管理模式。

第五，在国际合作中推动绿色转型。在“一带一路”沿线，中国石油不仅带来资金和资源，还引入新的环保标准和低碳技术，保护了当地的生态环境。

展望未来，中国石油可以在五个方面进一步发力：设定更有雄心的减排目标，进一步明确时间表、路线图；加快新能源规模化发展，特别是绿氢、生物燃料等前沿领域；用“系统性解决方案”的思路重塑传统资产，例如综合能源站、输氢管网、大规模储能与碳封存；引领行业绿色金融和碳管理发展，推动资本流向绿色产业；加强国际合作与知识共享，将CCUS、甲烷监测等技术经验向全球尤其是发展中国家推广。

五、记者：展望未来，您认为像中国石油这样的中国企业，

将给世界经济发展带来怎样的变化？能带来哪些惠及世界的发展机遇？

孙贤胜：未来，像中国石油这样的中国企业，不再只是全球经济的参与者，还

将成为新型全球化的“连接器”、可持续解决方案的“提供者”和包容性增长的“催化剂”。它们的发展，将给世界经济带来深刻且积极的变化，主要体现在四个方面。

一是重塑全球能源格局。过去能源贸易更多的是单向流动，资源国出口、消费国进口。现在，中国石油通过“一带一路”能源合作、跨国管道建设和LNG接收站投资，正在推动形成互联互通、双向流动、韧性更强的全球能源网络。

二是升级合作模式。过去的国际能源合作，往往停留在“开采—输出”的传统开发模式，而中国企业带来的是更系统化的“全产业链协作”。资金、技术、设备、基础设施和人才培养同步落地，帮助资源国把自然资源优势转化为经济发展动力和产业能力。

三是加速全球绿色转型。中国在光伏、风电、电动车等领域的巨大产能和市场规模，大幅降低了绿色技术的应用成本。未来，随着CCUS、绿氢等低碳技术加速成熟，中国石油将依托其广泛的国际网络，推动这些技术在全球范围内的应用与推广，提出越来越多负担得起的解决方案。

四是推动全球治理演进。中国石油积极加入国际组织，把中国的实践经验和诉求融入全球治理体系，推动全球治理结构向更多元、更均衡的方向发展，让消费者、生产国，尤其是发展中国家的声音得到更多重视。

这些变化将会带来一系列惠及世界的发展机遇。

在能源可获得性方面，中国石油有能力帮助发展中国家快速提升能源普及率，从根本上改善能源贫困问题。

在技术扩散和产业升级方面，中国的数字化油田、智能化炼厂和新能源技术，通过国际合作进入当地市场，带动了当地的产业升级和人才培养。

在金融领域，中国石油长期稳健的投资，为东道国提供了可持续的资金来源；同时，结合人民币国际化，为全球市场提供了新的结算和融资渠道。

在应对气候变化合作方面，中国企业的规模优势意味着，它们能和各国共同建设大型新能源基地、跨国氢能供应链、全球CCUS网络，为人类应对气候危机提供切实可行的方案。

在人文交流和能力建设方面，庞大的国际项目运营需要大量的本地人才，中国企业带来的培训和教育合作，已经为许多国家培养了成千上万的工程师、技能工人和管理者，促进了国家间的民心相通。

■ 油气勘探及开发

◆ 我国最大油气田连续六年稳产六千万吨

中国石油网11月27日消息，11月26日，长庆油田年产油气当量突破6000万吨。这是继2020年长庆油田建成我国首个6000万吨级特大型油气田后，继续保持稳产上产的第6个年头。

长庆油田勘探开发区域主要分布在鄂尔多斯盆地，横跨陕、甘、宁、内蒙古四省区。该区域油气藏为国际上典型的低压、低渗、低丰度“三低”类型，经济有效开发属于世界性难题。长庆油田持续加大勘探开发及科技攻关力度，突破“三低”油气藏效益开发极限，先后建成国内首个300万吨页岩油生产基地、500亿立方米大气区。2024年，长庆油田年产油气当量创历史新高，占国内当年油气总产量的1/6。

今年，长庆油田继续保持良好的发展态势，树牢“能源当量”理念，打好高效勘探、精益开发、新能源建设“三场硬仗”，构建合理储量序列、良性开发秩序和低碳产业布局；锚定“两个率先”战略目标，抓紧抓实“四大工程”，全力保障能源当量稳中有增。

长庆油田坚持资源为本，先后形成姬塬、陇东、华庆、陕北、庆城页岩油5个10亿吨级规模含油区和苏里格地区、盆地东部、煤岩气、下古生界、盆地西南部5个万亿立方米整装含气区，带动我国低渗透致密油气开发进入高峰期，近3年新增探明储量占全国新增储量的近30%。

页岩油气和煤岩气作为重要的接替资源，战略意义凸显。近年来，长庆油田坚持创新驱动，重视基础研究，在庆城页岩油庆H41平台建成国内首个水力压裂试验场，为提高单井产量、推进页岩油效益开发探明了道路；在陕西米脂煤岩气生产现场，首次实施煤岩气“零支撑剂”压裂作业，实现了煤岩气压裂由“液砂混合”到“纯液”的重大转变；在陇东元284区块建成中国石油首个超低渗油藏转变注水开发方式示范区，采油速度提高4倍，区块年产油规模由4.8万吨扩大到19.6万吨。

在“双碳”目标引领下，长庆油田布局新质生产力，积极参与“沙戈荒”“风光气储氢一体化”多能互补新能源大基地建设，已建成2780座光伏电站，累计发电量突破10亿千瓦时。此外，长庆油田助力区域产业结构优化，自2022年起天然气年产量超500亿立方米，占西气东输总输气量的50%，保障京津冀、陕甘宁等50余个大中城市用气需求，为国家重大战略的实施注入绿色动能。

◆ 长庆油田：一项技术获国家专利授权

中国石油网11月28日消息，11月21日，记者从国家知识产权局获悉，长庆油田油气工艺研究院申报的“降低裂缝导流能力的高强长效深部复合调堵方法”获得国家发明专利授权，标志着长庆油田依托注水井深部调堵技术，在改善裂缝发育的强非均质性油藏水驱开发效果方面取得新突破。这项技术的创新应用，拓宽了深部调堵技术应用范围，有力支撑了低渗透强非均质性老油田持续稳产。

长庆低渗-致密油储层天然微裂缝、大孔道发育，油藏非均质性强。经过长时间水驱

开发后，注入水沟通微裂缝、大孔道，导致油藏过早过快见水。面对难题，长庆油田油气工艺研究院技术人员坚持“地质工程一体化”理念，形成集机理深化研究、产品升级配套、工艺模式优化、集成化设计于一体的高强长效深部复合调堵方法，破解了强非均质性油藏控水增油难题。

这项技术构建了裂缝通道等效模型，并基于“大小组合、强弱搭配、小段塞、多轮次、深部调堵”理念，优选毫米级高强柔弹性颗粒与微米级单相凝胶调堵体系，建立了“两级封堵—弹性变形—逐级释放”的精准调堵模式，充分发挥体系的协同增强作用，降低裂缝水驱导流能力，扩大波及体积。与常规冻胶调堵方法相比，封堵强度提升40%，作用时效延长1.5倍以上，微观波及体积扩大20%以上，具有明显的技术优势。

◆ 长庆油田：“零支撑剂”压裂

撬动煤岩气资源

中国石油网11月25日消息，11月18日，在陕西米脂煤岩气生产现场，一口重点煤岩气试验井试采稳定产量达4.59万立方米/日。这是长庆油田首次实施煤岩气“零支撑剂”压裂作业的重要成果，实现了煤岩气压裂由“液砂混合”到“纯液”的重大转变。

煤岩气是中国石油近年来重点勘探评价的新领域，也是“十五五”时期鄂尔多斯盆地天然气稳产上产的重要接替资源，对于保障国内天然气供给具有重要的战略意义。近年来，随着对煤岩认识的不断深化，长庆油田针对煤岩储层“割理发育、抗压强度低、孔隙类型多”等有利条件，率先在鄂尔多斯盆地开展煤岩气储层改造“零支撑剂”压裂探索和试验。

传统油气压裂为防止压开储层后裂缝闭合，需加入大量支撑剂，保持油气产出的“人工通道”畅通。通过深入研究煤岩储层，科研人员发现煤岩天然发育着类似于毛细血管的微裂缝；在高压液体的作用下，煤岩“毛细血管”便会连通，并扩展形成具有自支撑能力的导流网络系统。

“纯液体压裂液就是激活煤岩缝网的‘能量液’。”长庆油田盆地东部天然气评价项目组负责人介绍，“不仅能够打通气流通道，而且可以压碎煤岩形成自支撑通道，提升渗流能力。”

与传统压裂相比，“零支撑剂”压裂通过向地层泵入液体就能达到跟加砂压裂同样的效果，可以减少支撑剂用量，核心物料成本降低30%以上，施工效率提高40%，返排液回收利用量提升1倍以上，进一步降低综合成本。此项技术的成功探索，拓宽了煤岩气工程技术领域，规模化应用后将极大地提升鄂尔多斯盆地内主力煤岩气层系的开发效益，同时对于盆地内深层、薄层及低成熟度煤岩气资源的有效动用提供了技术支撑。

◆ 长庆油田：苏里格气田配“通用钥匙”

解开低压气藏固井老难题

中国石油网11月26日消息，11月24日，记者从长庆油田苏里格气田获悉，在苏东24-43H1的作业中，该气田采用新型充氮泡沫水泥技术，成功解决了长期困扰气田开发的固井漏失难题，不仅让水泥全程顺利返至地面，而且套管封固效果极佳，合格率超过99%。

“此次所积累的施工经验与技术参数，以及所展现出的地层适应性与工艺灵活性，成了一把破解长庆气田类似低压、易漏、裂缝性气藏固井难题的‘通用钥匙’。”苏里格气田开发分公司负责人冯强汉表示。

作为我国最大的整装天然气田，苏里格气田部分区块地下岩层如同一个“破碎的瓷器罐”，地层承压能力差，固井作业是高效开发的难题。

“以往使用常规水泥浆，就像是在疏松的沙地上直接浇筑厚重的混凝土，水泥浆柱产生的压力，很容易超过脆弱地层的承受极限，直接将其‘压漏’，导致套管下部悬空、密封不严。”苏里格气田开发分公司总工程师侯山说，“就像为天然气修建‘高速公路’时，出现地基下沉和隧道渗水的情况，不仅埋下了安全隐患，而且会导致后续的压裂改造效果不佳，直接影响单井产量和采收率。”

面对挑战，长庆油田技术团队以精准平衡“必须压稳地层”与“绝不能压漏地层”这对矛盾为切入点，通过新型充氮泡沫水泥技术，为井筒穿上一层密度可调、刚柔并济的“轻盈铠甲”，从根本上提升井筒的完整性与长期生产安全。

“这项技术就像是一位顶级的糕点师在制作一款特殊的‘水泥慕斯’。”苏里格气田开发分公司技术负责人杨晓龙说，“在搅拌水泥时，我们一边均匀地打入氮气，一边加入特制的‘稳泡剂’，让它变得无比蓬松、结构稳定，且在凝固前绝不塌陷。”

在此基础上，长庆油田技术团队通过精密的设备与精准的工艺控制，成功将水泥浆密度调整为可灵活定制的“轻盈泡沫水泥”。其密度最低时比水还轻，极大地降低了压漏风险。硬化后的泡沫水泥，48小时的抗压强度轻松突破7兆帕，完全满足后续开采的力学要求。

◆ 塔里木油田：用阳光“焐热”油气生产链

中国石油网11月26日消息，11月24日，塔里木油田满深8井、满深801井光热储加热炉已稳定运行一个月。一排排形似家用太阳能淋浴器的真空玻璃管，在太阳照耀下熠熠夺目。这些光热储加热炉通过吸收阳光热能，再经过集热、转换等流程，实现单井采油气供热“零碳排放”。

塔里木油田光热储加热炉推广应用工程的17套“光热+储能”加热炉系统全部投运，平均每口井每年供应的清洁热能相当于替代100吨标煤。据统计，当前塔里木油田已有10项分布式光热工程、2座集中式槽式光热项目在塔克拉玛干沙漠腹地及周缘建成，形成总装机规模达15.66兆瓦的光热项目集群，标志着塔里木油田光热供能规模化发展拉开序幕。

新疆的全年日照时长位列全国前茅，日照时数达2600至3400小时，光热资源的开发潜力巨大。依托这片戈壁大漠的“日光富矿”，塔里木油田加快布局建设“沙戈荒”新能源大基地，积极构建绿色低碳发展格局。2022年以来，先后在轮南、富满等区块的油气单井探索建设集“集热、储热、加热”于一体的新能源加热炉项目，建成由17口油气井组成的光热储项目集群。阳光转化而来的热能，源源不断地为油气单井生产系统进行恒温供热，让油气降黏、防蜡、解冻，实现“减碳不减效”，闯出了一条油气井“绿色开采+效益稳产”的双赢路径。

不只是边远油气井，为大型油气场站供热的化石能源也正逐步被光热取代。近年来，塔里木油田积极探索高温位光热替代，建成投运满深联合站10兆瓦、博孜处理站4兆瓦2座集中式槽式光热项目，实现光热系统与油气处理流程“无缝衔接”，让2座油气场站清洁能源供热占比提升到20%以上，成为高比例绿能驱动的光热示范工程。

这些来自阳光的“馈赠”，正让塔里木油田的油气生产不断焕发绿色活力。据统计，10个分布式、2座集中式光热项目集群累计生产的清洁能源，相当于替代标煤2047吨，折合替代燃料气154万立方米，减少二氧化碳排放超3300吨。

“经测算，塔里木油田还有近500台加热炉具有清洁替代潜力和条件，如果全部应用光热储技术，年减排二氧化碳可达6.6万吨。”塔里木油田新能源事业部执行董事、党委书记雷霆说。

当前，塔里木油田正围绕绿色转型目标，加快构建清洁低碳、安全高效的新型能源体系。随着油气和新能源融合发展不断向纵深推进，该油田有望在“十五五”末建成清洁热力装机规模128兆瓦，能耗强度同比下降超40%，助力多元化能源供给能力迈上新台阶。

◆ 塔里木油田：压差发电系统获国家发明专利授权

中国石油网11月25日消息，11月17日，记者从国家知识产权局获悉，塔里木油田油气工艺研究院自主研发的“一种天然气处理站的压差发电系统”正式获得国家发明专利授权，为油田清洁能源利用再添硕果。

在天然气开采输送中，超深层气田井口压力可达70兆帕，而长输管道运行压力通常低于12兆帕，需多次调压降压保障管道输送安全高效。然而，传统调压多依赖降压阀，大量压力能被白白浪费，且现有压差发电技术存在需额外增设加热设备、检修时无法安全放空、稳定气源场景下设备冗余等痛点，严重制约了压力能回收利用的效率与经济性。

此次获授权的压差发电系统，通过整合入口分离计量、压差发电、高压放空等六大子系统，实现全流程智能协同。系统在处理站入口设置组合装置，既能精准计量气液流量，又能高效脱出天然气中的液相成分；核心的压差发电机搭载透平膨胀机技术，发电效率超80%；独创的换热设计利用进站天然气余热提升外输气温度，无须额外加热设备，还能回收凝液、循环利用防冻剂，显著降低了运维成本。

◆ 辽河油田：巧用三招“唤醒”停产井

中国石油网11月25日消息，截至11月20日，辽河油田锦州采油厂累计治理停产井133井次，开井104井次，日增油137吨，阶段增油1.81万吨，助推开井率提升3.7个百分点。今年以来，为进一步盘活油气资源，锦州采油厂全面推进停产井治理工程，取得显著成效。

靶向攻坚“套损井治理”。针对井况复杂、套损套坏严重的长停井，该厂综合运用大修、侧钻、重新完井等技术，通过精准定位损伤部位，实施高强度套管整形加固、更换套管等措施，重新开窗侧钻、重新完井，加快复产潜力停产井。截至目前，治理此类停产井38口，开井30口，日增油87吨，阶段增油0.78万吨。

精准挖潜“剩余油资源”。针对井况相对完好的长停井，该厂精细监测分析确认剩余油富集停产井，分析剩余油潜力层位，设计地质方案，精准射开新的潜力油层或调整原有生产层段，开辟新的油流通道，挖掘地层中剩余油气资源，让老井焕发新活力。目前，该厂通过调补层措施治理停产井30井次，开井25井次，日增油26吨，阶段增油0.51万吨。

科技调控“水淹区治理”。油田开发进入中后期，低压水淹矛盾突显。据统计，因高含水导致停产的井数占比高达44.9%。研究人员应用产液剖面等动态监测技术，精确判定出水层位与水流优势通道。基于监测结果，运用机械堵水与化学堵水两种方式协同治理。目前，阶段治理22井次，开井17井次，日增油15吨，阶段增油0.28万吨，综合含水率下降2.3%。

◆ 辽河油田：今年累计注入二氧化碳超30万吨

中国石油网11月27日消息，今年以来，辽河油田大力实施二氧化碳补能措施，扩大CCUS规模，这2项碳利用措施使得全油田二氧化碳日注入量稳定在1000吨以上。截至11月26日，今年已累计注入二氧化碳超过30万吨。

辽河油田稠油产量占比高、开采难度大，开发过程中会伴生大量二氧化碳。随着开发进入中后期，油田主力油藏地层能量逐渐衰减，油田面临节能减排与稳产上产的双重挑战。

为积极落实国家“双碳”目标、支撑吞吐老区减汽增碳效益开发，今年以来，辽河油田大力实施“千口井补二氧化碳”工程，通过将二氧化碳注入地下油藏，利用其补能降黏的机理，提高油藏采收率，增加原油产量。

截至目前，辽河油田二氧化碳补能措施实现日注碳量达947吨，累计注入二氧化碳20.7万吨。其中，在二氧化碳辅助热采方面，各稠油生产单位强化地质精细研究，在40个区块阶段实施补能措施，实现日增油827吨。

同时，辽河油田持续推进热采稠油特低渗油藏CCUS源汇一体化试验。截至目前，辽河油田CCUS业务已完成全年计划，实现日注入二氧化碳379吨，累计注入二氧化碳超过10万吨。

◆ 吐哈油田：“赋闲设备”再就业

中国石油网11月24日消息，“来自吐哈油田闲置的62台抽油机、4台注水泵，跨越千里在青海油田投入使用，为我们节省了2000万元设备投资。”11月20日，青海油田物资设备部设备修造管理岗高嵩看到调剂来的设备已正常运转，道出了闲置设备共享调剂的好处：闲置资产得到利用，现场生产需求得到保障。

油气生产单位一方面受市场萎缩、业务退出等影响，物资设备等资产易出现闲置、利用率偏低的情况；另一方面，新建项目需要添置新设备、新物资，又要应对投资短缺、效益回报等挑战。面对物资设备资产“闲”“缺”的矛盾，吐哈油田探索出“内外双循环”的破解之道，通过统筹盘活增量与存量资源，深挖资产价值，让闲置物资设备真正“动”起来。

在内循环上，吐哈油田建立闲置设备共享调剂平台，推动内部流转。今年，直接调剂加热炉、分离器等37台套，为重点项目节约投资近2000万元；维修改造后调剂压缩机、注水泵、工艺阀门等252台套，节约费用200余万元。

在外循环上，吐哈油田利用集团公司相关信息平台，深化与兄弟单位的合作交流，推动闲置资产跨油田、跨区域流转。截至目前，吐哈油田今年通过流转至集团公司所属单位已盘活闲置资产超过3000万元。

在给大批闲置资产找到“婆家”的同时，吐哈油田今年也通过流转迎进“新媳妇”。鄯善前线物资储运站供暖需要锅炉，新购需200多万元。通过共享调剂，从西部钻探流转过来一个准备关停的锅炉，不用搬迁直接“过户转身份”，为油田省去了锅炉购置、安装费用。

◆ 吐哈油田：气举技术开启油气增产“密钥”

中国石油网11月25日消息，11月23日，记者从吐哈油田气举技术中心了解到，该中心研发的全生命周期气举排水采气、深井气举、气举智能化、气举提效四大技术序列在国内外各油气田应用后，“十四五”以来，累计增油3.3万吨、增气12.6亿立方米。

吐哈油田气举采油技术是中国石油的品牌技术，目前已建成中国石油唯一的气举研发基地，培养出集研发与服务于一体的专业技术团队，广泛服务于国内外油气田。“吐哈气举”已成为中国石油参与“一带一路”能源合作的品牌技术。

非常规气藏气举技术成为开发“密钥”。气举技术中心首创全生命周期气举排水采气技术，通过设计方法与井下工具的全方位优化升级，实现对不同气藏、生产阶段及液气量条件的精准适配。该技术已在国内6个油气田推广应用，累计产气超5亿立方米。针对深层煤岩气开采，技术中心研发形成6项特色技术，累计增气1.18亿立方米，为国内外同类非常规气藏开发提供了可直接借鉴的成熟方案。

深井超深井举升技术打破开采瓶颈。面对深井超深井排采难题，气举技术中心在全球首创多级气举阀连续油管气举技术。该技术已在5口井成功应用，最大产液量达每日470立方米，不仅填补国内技术空白，而且为国内外深井及超深井高效开采提供了重要技术

参考。

数字化技术服务海内外油田。气举技术中心搭建了国内首个气举智能化管理平台，同步研发国内首创的气体自动调节流量装置，实现了注气量检测与控制一体化，为注气量远程精准调控奠定了基础。该技术已在国内外3个油田实现商业化应用，其中，青海油田500多口气举井实现了工况自动判断、注气量智能调控，为智能油田建设提供了“吐哈样本”。

定制化方案激活低效油气资源。针对海内外低产低压油气井的开发痛点，气举技术中心建立智能间歇气举技术。该技术在哈萨克斯坦应用后，累计增油3.3万吨、节气6.2亿立方米。其成熟的技术逻辑与适配经验，为国内外低产井实现高效开发提供了个性化解决方案。

◆ 华北油田：综合施治压开“致密海绵”

中国石油网11月28日消息，面对低渗透油藏开发难题，华北高家堡油田聚焦油水联动与规模压裂技术，精准调控油藏注采关系。截至目前，高家堡油田今年的原油产量同比增加20%，开发水平迈上新台阶，为华北油田其他低渗透油藏的治理挖潜提供了宝贵经验。

高家堡油田的储层就像“致密海绵”，属于低孔、低渗-特低渗类型。这意味着原油在地下流动阻力极大，加上天然能量不足，“注不进水、采不出油”成了制约开发效益的“拦路虎”。华北油田秉持“困难中找潜力”的理念，以提高储层渗透率、改善原油流动性为核心，打出水井增注、油井增产的“组合拳”，通过注采联动破解开发难题。

油藏“喝饱水”，注入新动能。高家堡油田以“注水为先”，实施多元化增注、完善注采布局、分区提注补能等系列措施，把原本缓慢的渗水变成高效的“灌溉”。在技术上采用差异化压驱、井口增压、复合增注等手段，同时优化注采井距、井网结构和注采单元划分。今年以来，高家堡油田平均单井动液面上升300米。

油水“巧联动”，提高原油采收率。结合注水调整，高家堡油田实施差异化压裂引效技术，构建与剩余油分布匹配的注采体系。压裂中既用常规压裂，又加大精细分层压裂井占比，新老层压裂结合形成纵横交织的“控油网”，有效扩大原油开采范围。

◆ 华北油田：一体化生产线提升管线业务效能

中国石油网11月26日消息，11月24日，华北油田天成利德公司自主研发的“激光除锈+自动防腐”一体化管线生产线顺利投产，并稳定运行。该生产线采用“除锈—防腐”无缝衔接设计，通过工艺整合与智能化升级，实现清洁高效生产，推动管线业务实现“1+1>2”的效能升级。

为攻克环保风险高、效率低、质量不稳定等难题，华北油田天成利德公司深入油田管道施工现场、建设单位及防腐厂家，开展实地调研，系统分析传统工艺的局限，综合对比化学、电化学、超声波除锈及人工防腐等方式后，确定以“激光除锈+自动防腐”为优化方向，并联合各工程项目部经多轮测试与改进，确保其完全适用于油气管道工艺场

景。

激光除锈环节以环保、高效、高标准为核心，采用高能激光束扫描金属表面，使锈层瞬间气化或剥离，再配合抽吸系统同步清除。自动防腐环节延续一体化设计理念，实现底漆喷涂与胶带缠绕全流程自动化，使单根管线生产效率提升200%，人工成本降低66%，防腐质量合格率达95%。

◆ 冀东油田：研发新型钻头、小井眼侧钻井

“急弯提速”

中国石油网11月25日消息，11月21日，由冀东油田采油院自主研发的球形轮廓个性化PDC钻头在柳23-2侧平1井现场试验成功，标志着该油田在小井眼高造斜率钻井技术上取得关键性突破，为剩余油气资源的高效开发提供了全新技术支撑。

小井眼侧钻井是开发剩余油气资源的重要手段，其高造斜率工况对钻头性能提出极为苛刻的要求。传统PDC钻头在此类井型施工中，存在工具面稳定性差、钻头易泥包等技术难题，导致机械钻速偏低、起下钻频次增加，严重影响了钻井施工效率与开发效益。

针对这一难题，研发团队历经多轮技术攻关，创新提出球形轮廓钻头设计理念。该技术在优化异形切削齿差异化布局的同时，配套进行水力参数精准优化，在大幅提升钻头工作稳定性的基础上，进一步增强破岩效率与井眼清洁能力，成功实现了“高造斜率”与“高钻速”的技术兼顾。

在柳23-2侧平1井的现场试验中，该钻头表现优异。施工井段井斜角由61.74度顺利增至93度，平均狗腿度达到11.6度/30米，充分满足小井眼侧钻高造斜率的施工要求。同时，平均机械钻速提升至6.16米/时，较常规PDC钻头同比提高20.5%，在保持高造斜率的同时，显著提升了导向控制能力和破岩效率，彻底解决了小井眼侧钻井中长期存在的“拐急弯”与“钻得快”难以兼顾的技术瓶颈。

◆ 冀东油田：西部探区“精准导航”

助力钻井提效

中国石油网11月27日消息，11月26日，在冀东油田西部探区佳13-1平台的司钻房内，技术员耿工紧盯着屏幕上实时传回的井下数据曲线，轻点按钮，数千米下的钻头仿佛长了“眼睛”，在复杂的储层中精准穿行。“现在打井，就像给钻头装上了‘高精度导航’，指哪儿打哪儿，心里特别有底。”他感慨道。

冀东油田西部探区储层地质条件复杂，非均质性强，传统钻井方式如同“盲人摸象”，严重依赖经验。“过去打一口井，常常因为遭遇硬夹层、轨迹偏离等，需要多次起下钻更换工具，不仅效率低，成本也居高不下。”冀东油田钻采工艺技术专家邓威介绍。

如何实现高效、精准钻进，成为难题。

为攻克这一难题，冀东油田技术团队全力推动钻井作业从“经验施工”向“智能导航”转变。其关键在于旋转导向工具和近钻头地质导向仪器两大技术“利器”的集成应用与“一趟钻”工程的深度优化。

“旋转导向工具就像是给钻机装上了‘自动驾驶系统’。”技术专家邓威比喻，“它能在地下实现井眼轨迹的精准、平滑控制，不仅效率高，钻出的井眼质量也好，为后续压裂施工打下了坚实基础。”

而与之协同“作战”的近钻头地质导向仪器，则如同“高精度雷达”，能在钻头即将触及地层的第一时间捕捉岩性等关键信息，引导钻头始终在价值最高的“甜点”储层中穿行。“一趟钻”工程是这项技术的重要载体，通过优化钻具组合和钻井参数，分别实现一趟钻完成三开增斜井段进尺和水平井段进尺，避免了传统钻井中因工具磨损、轨迹调整等原因频繁起下钻，造成时间浪费。特别是在“一趟钻”作业过程中，旋转导向工具与近钻头地质导向仪器无缝配合，确保了在长水平段钻进中既能“走得远”，又能“走得准”，大幅提升了优质储层钻遇率和单井产量。

在这些精准技术的支撑下，西部探区各单位不断刷新钻井纪录。其中，佳13-1平台应用“旋转导向+近钻头地质导向”组合技术，成功实现一口井深超1600米水平井的“一趟钻”作业，机械钻速达到21.5米/小时，创该区块纪录。2025年以来，该技术已在西部探区3口井规模化应用，助力“一趟钻”技术实现全域覆盖，平均机械钻速提高23%，平均钻井周期缩短34%，各项工程指标均优于集团公司考核标准。

目前，以“精准导航”为核心的技术体系，已成为冀东油田西部探区提速增效的强大引擎。

◆ 玉门油田：“电代油”实现钻井作业“零等停”

中国石油网11月26日消息，玉门油田环庆采油厂今年将“电代油”技术作为推进清洁生产的核心抓手，在油气井钻井环节全力推广“低耗能、低排放、低噪声、低成本”的新型钻井动力技术。截至11月24日，该采油厂已累计完成74口井的“电代油”施工，使用网电超2565万千瓦时，替代柴油超4800吨，减排二氧化碳近7300吨，在降本增效与节能减排之间找到了“双赢密码”。

面对传统钻机存在的能耗高、效率低等难题，环庆采油厂通过系统化管理，强化一体化统筹，严格落实提前规划、提前介入、提前动工、提前供电等原则，积极推进“电代油”技术落地见效。设立专职管理岗位，对设备验收、运行维护等关键环节开展全过程监督，并增加现场巡检频次，最终实现钻井作业“零等停”，生产效率再上新台阶。

环庆采油厂计划通过数字化手段，进一步提升电网接入精准度、负荷预测科学性与能效管理精细化水平，以技术迭代与管理升级巩固降本增效、减排降耗成果，推动区域清洁能源替代迈向可持续发展新阶段。

◆ 吉林油田：在新井投产中全过程实施利旧降本

中国石油网11月25日消息，年终冲刺之际，吉林油田在新井投产攻坚中，通过全过程实施利旧降本，不仅保障了投产效率，而且在“旧家当”里挖掘出可观效益，实现质效双提升。截至11月19日，吉林油田苏家区块21平台已成功投产投注14口油水井，较原计划整整提前了40天，利旧降本金额超过610万元。

进入四季度，为确保全年生产经营目标顺利达成，吉林油田全面启动上产劳动竞赛。新井投产的速度和效率，成为决定竞赛成效的关键。

“苏家区块投产时间紧、任务重，我们既要全力以赴，又不能只追求速度。”吉林油田东部油气新能源公司苏家区块负责人姚硕介绍说，“一个月来，全体干部员工主动担当、不等不靠、积极作为，在抢抓新井产能、努力‘过好日子’的同时，同步深挖潜力、精打细算‘过紧日子’，最终实现‘提效’与‘降本’的双赢。”

在抢投新井的过程中，东部油气新能源公司创新推行“利库利旧”策略，攻克供电审批、技术瓶颈等难题，在关键设备的利用上精打细算，坚持通过设备复用有效缩短采购周期，为提前投产争取了宝贵时间。

该平台计划投产11口油井，技术团队对闲置抽油机进行全面检修后利旧复用，单台设备投入仅2.5万元，较新设备采购节省15.5万元，累计降本170.5万元；修复3口注水井柱塞泵，仅花费10万元便满足了生产需求，较原计划节约130万元。此外，天然气干燥器、真空加热炉、单井罐等设备材料均从老库房中调配利用，累计节约投资613万元，百万吨产能投资控制在75亿元以内，内部收益率达到了8%，真正让“旧家当”焕发出“新价值”。

“在投产工期的红线前，供电系统曾是我们面临的最大的瓶颈。”东部油气新能源公司物资设备部负责人张乐介绍说。

原方案需配置630千伏安变压器，但相关增容审批流程复杂、周期长，若按常规推进，投产计划将延迟至次年。为破解供电困局，吉林油田组建专人专班，投产与审批“双线并行”。

为避免等待新设备影响投产进度，技术团队在无功补偿技术领域空白的情况下，自主利用现场已有的200千伏安变压器，探索“集中补偿”模式，提升容量利用率、降低负荷。

整个国庆假期，团队全员坚守现场，反复测算调试，创新利旧天然气发电机组，精准制定负荷分配方案，为新井按期投产扫清了障碍。

目前，苏家区块全体干部员工正乘势而上，依托平台新井投产所产生的伴生气资源，通过零散天然气回收、余热利用等手段，持续推动降本增效与绿色生产深度融合。

◆ 中国石化——胜利油田：一体化解决施工难题

本报11月26日讯，近日，胜利油田利页106HF井进入完钻测井阶段，因井下油气显示

活跃，安全测井时间难以满足作业要求。胜利油田石油工程监督中心钻测一体化监督团队迅速开展工作，通过上调钻井液密度等举措，顺利完成测井任务，破解施工难题。

今年以来，该中心在完井测井时效等关键方向精准发力，组建11个一体化专班及5个专业团队，在侧钻作业领域，以“严管+帮扶”提升安全水平，通过开展培训，推动单井问题数下降12%；在固井质量提升方面，制定统一实验报告模板，梳理更新14项质量标准，联合采油厂构建联动机制，推动固井优质率从18.2%提至51.4%；针对油气显示落实，推行“一方动态预警、多方链式反应”工作模式，在官斜175井等10余口井成功应用该模式。



◆ 胜利油田：优化运油模式 降低作业风险

本报11月24日讯，胜利油田孤岛采油厂采油管理十区将3个零散断块的运油工作进行整合，改变过去拉油车分头去井场运油的模式，用管线将采出的原油统一输送到垦128拉油点。同时，利用智能化管控平台，对现场装油作业中的静置时间、阀门启闭、装油流速、储罐液位、配套压力等进行实时监测和自动预警。整合优化后，该区日均减少运油车5车次，降低装油环节的人工作业风险，提升了本质安全管理水平。图为11月18日员工在垦128拉油点进行原油装车作业。



◆ 胜利油田：推动闲置设备资源再利用

本报11月25日讯，近日，胜利油田32台闲置抽油机经调剂，运往河南油田重新投入生产一线，有效助力胜利油田提升资产利用率、降低运营成本，也为河南油田减少了投资，实现降本增效。

随着胜利油田勘探开发向深层推进，适用于浅层作业的8型抽油机逐渐闲置。在总部油田勘探开发事业部的支持下，胜利油田积极与上游板块单位对接供需，了解到河南油田区块地层较浅、井深条件与此类设备高度匹配，双方协商推动抽油机调剂。

近年来，胜利油田持续深化设备资源统筹管理，围绕闲置、老旧、废旧三类设备开展一体化治理，搭建“大统筹、大循环”管理平台，推动设备资源在企业内部及企业间高效流动。2024年以来，累计盘活设备2300余台，进一步拓展设备资源创效空间。



◆ 江汉油田：信息化赋能采油厂班组管理

本报11月25日讯，11月21日，在江汉油田清河采油厂联合站中控室里，员工轻点鼠标远程启停设备，24小时视频监控让全站生产情况尽在掌握。

污水罐液位调整、计量核算、夜班巡检……清河采油厂巡检十六班班长杨东细数站里的无人化作业：“整个站区除中控室外，几乎看不到人，这在过去难以想象。”

人员大幅减少，生产运行效率却提升45%，杨东感慨：“这一切的背后是信息化建设的强力支撑。”

党的二十届四中全会擘画了未来五年发展的宏伟蓝图，“十五五”规划建议作出“深入推进数字中国建设”“抢占人工智能产业应用制高点”等战略部署。江汉油田深入学

习贯彻党的二十届四中全会精神，加快构建数智化新型组织管理体系，深化人工智能技术应用，推动“数字油田”建设走深走实。

对于基层来说，信息化赋能班组管理成为新的课题。随着“厂直管班组”改革的深入推进，清河采油厂明确“一竿子插到底”的思路，撤销站级编制，围绕巡检和维修两类核心业务，设置16个巡检班、4个维修班，将管理职能上移至厂级，由生产指挥中心直接指挥班组、班长调度单兵，消除隐形层级。相比改革前，人员从1164人压减至435人，管理机构精简60%。

人员减少后，基层如何保障生产？江汉油田仪表及自动控制专家伍力直言，改革后信息化的重要性愈发凸显：“这不是选择题，而是必答题。”

改革不仅是减员增效，而且是生产管理模式的深层重构。该厂大力推进信息化建设，打造生产过程实时感知的“数据中心”，建立涵盖井筒、地面、能耗等8大类35项预警模型，构建生产异常信息“一站式分析中心”。员工角色也在发生变化，工作重心实现从“管正常”到“管异常”的根本转变。

在巡检七班，无人机每半小时按预设路线自动巡检。“无人机搭载AI识别系统，发现异常立即发送定位，我们可快速响应处理。”班组成员魏建江说，“如今7人管理180口井，效率较以往提升数倍。”

通过构建“无人机+视频+物联感知”的立体化智能巡检模式，该厂实现管网、电网、站库日常巡检的无人化、智能化，巡检人员减少81.3%，问题发现率有效提高。

最让伍力欣喜的是员工观念的转变：“大家都开始主动思考如何利用信息化手段消除异常、优化生产。”

数据是最直观的标尺。依托信息化建设，清河采油厂人均产量达1072吨，人均管井数提升至3.65口，位居系统内油田企业第一，组织效能指标跻身上游板块前五。

◆ 江汉油田：“井工厂”模式大幅提升施工效率

本报11月24日讯，近日，江汉油田钟99井区7号平台创江汉油区单日完成4段泵送桥塞压裂施工新纪录。该平台采用“井工厂”作业模式，对3口水平井成功实施68段压裂施工，在技术创新、成本控制和施工效率等方面树立标杆，为老区油藏高效开发提供有力支撑。

“井工厂”压裂模式最早应用于页岩气开发，通过多井同步压裂或拉链式压裂实现立体缝网开发，提升压裂效率和产能效益，实现设备复用率和施工效率提升，有效缩短施工周期。今年7月，该油田选定钟99井区开展“井工厂”压裂试验，技术团队聚焦“提升产量、控制成本”核心目标，总结前期施工经验，系统研究工艺优化方向，围绕精准布缝、增强导流、高效补能三大关键工艺制定技术迭代方案。施工过程中，技术团队采用“一段一策”即时分析模式，工程专家驻守一线，根据实时施工曲线、微地震响应和邻井压力变化，动态调整施工策略，确保压裂效果最优，保证了每天3段至4段压裂运行。



◆ 东北油气：产建提速保冬供、供得稳

本报11月25日讯，11月18日，东北地区遭遇今冬以来最强寒潮，温度跌至零下10摄氏度。东北油气分公司龙凤山气田北210-13井现场寒风刺骨、机械轰鸣，压裂所技术员张颖超连续1个多小时站在仪表前，目光紧盯施工曲线，跟踪压裂液性能和压力变化，保障压裂施工安全高效完成。

“低温环境对压裂液性能影响很大，现场需要根据压力波动情况，优化调整排量、黏度等参数，确保每一段产能充分释放。”张颖超说。龙凤山气田是东北油气分公司在松辽盆地长岭断陷发现的凝析气藏，日产天然气100万立方米，预计供暖季期间可输送天然气1.7亿立方米，是公司冬季上产的重要阵地。

作为中国石化在东北地区天然气保供的主力军，东北油气分公司在聚宝山气田、龙凤山气田、松南气田等三大主力气田全面启动产能建设提速模式。加强地质研究和选层评价，同步推进部署冬、春两季井位和环评工作，实施勘探开发、生产运行、地面工程、油气销售一体化攻坚，以井组模式部署井位，平均单井投产周期提升20%。

“施工现场通过搭建防砂棚、安装锅炉、井控装备加装电伴热等措施，保障连续生产，目前工区钻机动用率达92.3%，确保今冬明春天然气供得上、供得稳、供得足。”该公司石油工程专家刘桂文说。

天色渐暗，完井测试队副队长万明全和同事宋宇仍在压裂现场组织安装保温设施。由于地层和地表温差过大，生产的天然气进入地面管网时极易发生冻堵。该公司提前做好冬防物资储备，实施井口保温防护90余井次、流程伴热16.75千米，确保输气平稳。

管网是天然气保供的“生命线”。该公司提前谋划部署地面管网建设，实现单井快速建产，地面工程项目管线一次焊接质量合格率在98%以上。此外，深化运用数智手段赋能生产提速提效，大幅提升生产效能。11月以来，该公司持续加强民生用气保障，天然气日产量较10月增长12%。

◆ 河南油田：优化生产节能降耗显著

本报11月28日讯，今年以来，河南油田采油一厂以项目化管理为抓手，聚焦生产全链条管控，通过设备参数优化、无效产液控制、非生产用电严控等举措，推动节能降耗工作取得显著成效。

该厂紧扣控总量、降损耗、提能效核心目标，深化项目化管理模式，联合技术力量围绕注采系统、机采设备、注水运行等关键环节精准发力。通过成立机采参数优化、注水系统升级等6个子项目组，将降电目标分解至具体节点，构建全员参与、协同推进的降本增效格局。注采管控中，针对高含水、低效油井耗电问题，开展经济效益评价，减少无效产液的同时增产原油。机采系统重点整治“大马拉小车”现象，实施降杆速、换小泵等调整。注水系统依据注水量动态调整，配套低压改造与污水回注项目。此外，利用峰谷电价政策间开油井，有效减少电费支出。

◆ 河南油田：为风力发电机全面“体检”

本报11月26日讯，11月14日早上，冬日暖阳铺洒在河南油田井楼油区的田野上，高耸的风车伫立在田野中。在风车脚下的箱式开关柜旁，河南油田水电厂检修站员工正在为它的“体检”做准备工作。

“保护定值核对无误。”

“接地电阻测量合格。”

开关柜内空间逼仄，员工吴予华蜷缩着身体，手中的测量线在线路间穿梭。他不断调整姿势，时而踮脚，时而侧身，配合同事申俊杰完成一项项检测。

“咱第一次给这个庞然大物‘体检’，可得谨慎些。”申俊杰手执仪器，一边精准操作，一边提示吴予华注意事项。

在此次电力线路检修任务中，最重要的任务就是为3台风力发电机的控制系统进行“体检”。这3台风力发电机于2022年建成投运，年均发电量达2700万千瓦时，年减排二氧化碳约1.56万吨。

此次检修涉及线路检查、风机箱式变电气设备定检等10多项内容。此前，河南油田已经针对风力发电机的控制系统检修进行了专业培训，提示开关、刀闸、继电器及二次保护装置等细节在检修中都不能忽视。

检修人员严格执行“该修必修、修必修好、不留死角”要求，以螺栓为单元开展精细巡检。他们时而在局促的空间内测试每个电力元件的性能，时而攀上20米高的杆塔清理杂物，从上到下、从“体表”到“心脏”，给风力发电机的控制系统做了全面的“体检”。

夕阳西下，3台风力发电机的控制系统检修顺利完成，它们再一次迎风展臂，旋转的叶片在晚霞中划出优美的弧线。

◆ 河南油田：打造科技利器、唤醒“沉睡”储量

本报11月25日讯，11月21日，河南油田科研基地的办公室里，一场围绕“新一轮增产措施优化”的技术研讨会正在进行。由地震资料解释、三维地质建模、油藏描述领域技术骨干组成的三大攻关团队，聚焦不同开发场景的技术升级方向深入交流，为油田持续增产谋思路、找对策。

自2022年起，河南油田立足老区开发痛点，发挥博士后工作站人才技术优势，组建专项团队开展系统性研究与现场应用。经过3年持续攻关，在资源拓展、薄差层动用、稠油开发三大核心领域取得突破性进展，形成10余项行业先进开发技术，成功唤醒500多万吨“沉睡”储量，以科技创新为油田高质量增产注入强劲动能。

一、特色技术支撑，拓展增产阵地

“春67-1H井投产4个月至今仍稳定出油，咱们的储层预测技术经受住了生产检验。”看着最新的生产数据，油田地震资料解释专家张新超及其团队备受鼓舞。该技术自2023年研发成功后，经过多口井的生产验证与优化迭代，今年已实现规模化应用，成为该油田拓展资源增长空间的利器。

春光探区油藏边界附近油气富集、剩余油集中，是新井部署的核心潜力区，但该区域储层厚度减薄、多类型油藏交织，准确刻画油藏边界一直是制约增产的行业难题。为破解这一难题，张新超团队毅然接棒攻关。他们用3个月系统梳理春光探区所有地质、地震资料，从海量数据中挖掘隐藏规律。历经五六轮实验迭代，成功研发高清地震提频处理、地震波形模式识别等特色技术，精准判定油藏类型，勾勒薄储层分布范围、砂体形态及油水边界，为新井部署提供精准靶点。

技术赋能下，增产效果立竿见影。今年以来，团队在春光探区古近系和白垩系落实5个有利条带、19个圈闭目标。随着一批新井陆续投产，春光探区的资源“粮仓”持续扩大，成为油田重要的增产阵地。

二、打破行业定律，高效动用“隐形储量”

“不尝试就没有突破，1.5米的薄差层照样能高效动用！”谈到河南油田双河区块首口薄层水平井泌188-3H井，油田三维地质建模专家李伟才说。该井打破了水平井开发油藏极限厚度3米的行业定律，为老区薄差层储量动用开辟了新路径。

历经近50年开发的双河区块，上倾区剩余油藏厚度均在3米以内，被视为难动用储量。若采用传统直井开发，需钻大量井眼才能控制储量，成本高、效益差，无法实现效益开发。“难道3米就是不可逾越的红线？”带着这样的疑问，李伟才带领薄差层油藏效益动用团队大胆探索：“用水平井技术，或许能实现突破！”

2022年，团队将双河区块油层最薄、生油条件最差的下二门梨树凹作为首个试验点。从油藏精细描述到靶点精准设计，每一个数据都反复核验，最终成功部署水平段长度近千米的泌188-3H井。2023年，该井顺利投产，用实际产量证明了技术的可行性。

如今，这项薄层水平井开发技术已在双河、魏岗、古城、王集等区块推广应用，60万吨薄差层“隐形储量”重焕生机，成为老区稳产增产的重要支撑。

三、精准定位“甜点”，激活稠油宝藏

“春垩17-4H井的靶点位置得调整一下，避开储量空白区，确保精准命中高产油层。”11月20日，油田油藏描述专家樊晓伊拿着井位部署方案与团队成员沟通。作为油田西部中深薄层稠油效益开发带头人，她的任务是唤醒河南油田西部白垩系储层“沉睡”的千万吨稠油宝藏。

白垩系储层沉积特征复杂多变，油层像千层饼一样相互交织，正常生产井数量少，效益开发难度极大。樊晓伊带领团队从开发构造、油井产能、地震波形等维度入手，对100多口生产井进行系统分析，彻底摸清了白垩系储层的家底。

经过持续攻关，团队创新形成多剥蚀面地层精细对比、三角洲水下分流河道定量表征等技术，建立起中深薄层特超稠油储层分类评价标准。2023年，他们在该区域部署24口水平井，新增大量动用地质储量。今年，樊晓伊又带领团队成员深化采油技术攻关，前10个月，在春垩1704井区增油近1万吨，为稠油规模化增产提供了技术支撑。“千万吨储量正在一点一点转化为实际产量，我们还要继续深耕技术，寻找更多开发‘甜点’。”樊晓伊说。

◆ 延长石油集团首席科学家、总地质师：王香增

当选中国工程院院士

11月21日，中国工程院2025年院士增选结果正式揭晓，陕西延长石油（集团）有限责任公司首席科学家、总地质师王香增，当选中国工程院能源与矿业工程学部院士。

王香增，博士，教授级高级工程师，博士生导师，现任陕西延长石油集团首席科学家、总地质师，长期从事低渗致密油气藏开发理论研究、技术攻关和工程实践，先后主持国家科技支撑计划、国家科技重大专项、863计划、国家重点研发计划等国家级项目/课题9项，创建了低渗致密油藏双重动力协同开发理论与控速增渗注水技术，攻克了低渗致密油藏基质孔隙原油难以动用的世界性难题；提出海陆交互环境控砂成储地质理论新认识，创立复杂叠置气藏混合井网立体开发技术，解决了致密气藏储量动用程度低的技术瓶颈，支撑了延安气田的规模效益开发；创建CO₂压裂-驱油与封存一体化技术，解决了低渗致密油藏非混相驱大幅提高采收率的工程技术难题，主持建成国内首个CSLF国际认证的全流程一体化CCUS示范工程。

王香增荣获国家科技进步二等奖3项、省部级特等奖、一等奖10项。先后获何梁何利奖、光华工程奖、全国创新争先奖、李四光地质科学奖、孙越崎能源大奖、国际石油工程师协会（SPE）杰出会员奖和全国五一劳动奖章等荣誉，入选国家“百千万人才工程”。

◆ 气田公司：甘泉区域勘探喜获百万方高产气井

【本网延安11月28日讯】11月24日，气田公司采气四厂在甘泉区域再传捷报——一口重点探井试气获无阻流量105.21万立方米/天的高产气流，标志着该区域下古生界储层勘探实现新的重要进展。这是该厂今年成功获取的第二口百万方级高产气井，进一步彰显了其在复杂地质条件下精准勘探开发的综合实力。

甘泉区域下古生界储层地质条件复杂，气藏连片性较差，储层非均质性强，一直以来都是制约气田效益开发的难点区块。特别是与延安气田北部相比，南部区域烃源岩分布范围窄、古岩溶发育零散、气藏边界识别难度大，勘探开发面临诸多客观挑战。

面对复杂地质条件，采气四厂坚持问题导向，持续深化地质综合研究。通过精细刻画古地貌微幅构造，科研团队系统划分岩溶高地、斜坡及盆地等单元，逐步构建起“源-储-圈”三位一体的立体成藏模式，精准锁定天然气富集有利区带，推动成藏理论认识迈上新台阶。

在井位部署与钻完井过程中，该厂全面贯彻地质工程一体化理念，严格执行“四盯一从严”管理机制，持续优化关键工艺参数，确保施工全程规范可控。依托“师带徒”“双创”等平台，推动多项成熟技术与创新成果深度融合，促进建井技术向实用化、高效化升级，为高质量建井提供了坚实支撑。

该口百万方气井的成功获取，不仅实现了甘泉区域下古储层开发“由点拓面”的战略突破，也验证了采气四厂在地质认识深化、工艺配套优化和全流程质量管控方面的系统能力。下一步，该厂将以此为契机，持续推进地质研究走深走实，不断优化开发部署与技术策略，力争在更多区块实现新突破，为公司产能建设与高质量发展注入更强动能。



◆ 延长油田气：1.48亿的降本增效答卷

11月24日讯，凌晨3点的装置区，巡检手电光束穿梭于管道间；正午的中控室，内操员紧盯参数曲线优化指令；深夜的办公室，技术员围着图纸争论改造方案——这些看似普通的工作日常，已成为炼化公司所属油田气化工科技公司深入践行“两提升一落实”、实现降本增效的生动注脚。

今年以来，油田气锚定年初制定的总体目标，聚焦装置安稳长满优运行，围绕降本增效68项举措如何落地落细落实，组建专班、排除万难、砥砺前行。前三季度，累计实现降本增效1.48亿元，以扎实举措和亮眼成果，为企业治亏控亏、实现高质量发展交上了一份优异答卷。

一、班子“揣着问题跑现场”

“办法总比困难多！”公司领导班子始终秉持这一信念，坚持“揣着问题跑现场”，带头攻克生产经营关键痛点。乙炔装置高负荷运行攻坚期间，班子成员与技术团队并肩驻守现场，深夜围坐推演工艺方案，沿设备管线细致排查隐患，最终破解“裂解炉稳定运行”难题，为装置满负荷生产扫清障碍。

针对燃煤运输成本高的痛点，油田气积极组织合作单位召开专题座谈，研究制定了“优选铁路始发站、直达无中间环节、延安北站短倒进厂”运输路径。为确保该事项高效推进，油田气主要领导及其他领导班子成员多次带队实地勘查站点配套指标，逐一扫清“公转铁”落地障碍，随着“公转铁”顺利落地，运输成本大大降低。

在领导班子的带动下，公司上下形成“一盘棋”、拧成一股绳，物资盘查“唤醒”闲置资源，修旧利废化腐朽为神奇；项目团队严格执行过程管控，抠了又抠，省了又省；营销团队主动走访对接客户，打通销售堵点、匹配市场需求，为降本增效注入全员动能。

二、全链“盯着数据抠效益”

“全产业链每个环节都要抠到极致，才能跑出降本增效‘加速度’。”这一理念贯穿于生产经营全过程，各团队紧盯数据、联动发力，实现从原料采购到产品输出的全链条价值提升。

在高硫煤掺烧关键环节，技术团队深入装置现场，每小时监测一次煤质、调整一次参数，反复优化配煤方案与燃烧参数，最终将掺烧比例稳定控制在1:6，在保障生产稳定的前提下，减少原料采购成本307万元。

针对原炭黑脱水系统“统一供料”导致的转鼓进料失衡、效率低、劳动强度大等问题，技术人员通过设计独立进料管路、优化管线布局等改造，实现转鼓进料动态平衡，设备效能提升30%以上，机泵运转效率达60%，产品水分达标，达成降本增效目标。


在资源回收利用领域，火炬气与乙炔驰放气回收项目让工业尾气“变废为宝”，创造直接效益788.9万元；精制单元外排焦油BDO回收技改投用后，累计增效1240.2万元，团队更乘势启动THF产品试生产，为产业链延伸与附加值提升开辟新赛道。

三、全员“攥着劲往一处使”

“这场攻坚战，没有旁观者，人人都是冲锋者！”操作工老张的话语，道出全体员工降本增效的共同心声。

生产现场，技术骨干靶向破局解难题。扎根乙二醇装置七年的小史，紧盯碳氢比关键参数，动态跟踪原料气组分变化，联动工段精准调整，减少气体放空损耗、提升原料利用率，保障寒潮期间装置稳定高效运行。张班长带领班员攻坚污水处理装置药剂投加搬运难题，引入智能化输送技术减人除患，让棘手活变省心活。技术员林师傅自主排查维修突发故障的热重仪，快速恢复运行，既保检测进度又省外委成本。

管理与市场端同样干劲十足。财务李工秉持“每一分钱都要花在刀刃上”的理念，严审费用单据、优化报销流程，坚持办公耗材双面打印、废纸再利用，将节约意识融入细节。营销刘工跑遍上海、太仓等10余个重点城市开展调研，凭精准市场预判支撑销售策略调整，稳住终端直供比例，为产销协同优化筑牢基础。

从班子带头攻坚到全链精细管控，从全员创新创效到长效机制筑牢，油田气将降本增效深植生产经营各环节。未来，该公司将持续深挖潜力、创新突破，在延伸产业链、提升产品附加值上稳步迈进，为延长石油集团高质量发展、打造现代化工产业集群，贡献新的智慧和力量！

■ 钻井测井

◆ 中国石化——物探院：以赛促学增强π软件应用能力

本报11月26日讯，“这些剖面成果均具有较高信噪比、良好的分辨率，偏移成像准确，断点清晰，构造形态合理。”11月10日，在石油物探技术研究院π软件应用业务竞赛决赛评分现场，评委们认真审查π软件处理成果图，对处理效果给予较高评价。据悉，来自各业务单位的19支队伍共38人参加竞赛。

为积极应对软件行业竞争加剧的严峻形势，抢抓π软件发展窗口期，今年初，聚焦π软件产品化、实用化发展难题，物探院在全院范围开展“自主软件高质量发展怎么看、怎么办、怎么干”讨论活动，全面征集促进软件发展的意见建议。其中，针对软件推广应用的问题比较凸显，主要表现在用户不敢用、不会用、不善用等方面，加大培训力度的需求非常迫切。

对此，物探院开展面向全院科研生产单位的π软件应用业务竞赛，以赛带训、以训促赛，推动π软件培训从单向灌输转向赛训融合，实现学习与实践、检验与提升的深度融合。“我们主要围绕竞赛设立的时间域处理和深度域处理两大赛道内容，分纵向的操作讲解、演练及横向的交流共享3个部分，开展全方位的网格式培训。”负责π软件研发应用的物探院南京长城数智公司党支部书记姚胜介绍。

为期5天的决赛进程紧张有序，所有参赛队伍均按时按标准提交了成果数据，收到较好处理效果。选手们熟练掌握软件操作技能和应用技巧，为提高软件替代应用率奠定坚实基础。

◆ 物探院：自主研发软件助力地震采集数智化转型

本报11月25日讯，近日，物探院自主研发的节点工厂管理软件成功上线应用，标志着节点地震仪正式进入全流程智能化管理阶段，不仅推动地震采集行业数智化进程，而且为油气勘探降本增效提供关键技术支撑。

针对野外地震采集中节点地震仪数量大、流转快、管理难的痛点，物探院组建专项研发团队，融合多项物联网技术，构建起覆盖设备全生命周期的节点地震仪仓库管理系统。该软件集成设备盘点、调拨出入库、实时定位、测试管理、检维修跟踪等核心功能，实现射频识别设备与节点地震仪的无缝对接及高效通信，确保设备标签信息实时、精准传输至云端服务器，彻底解决传统管理模式数据滞后的问题。借助该系统，用户可通过网络浏览器或手持终端实时查看设备状态，显著提升设备管理的精准度与效率，为野外地震采集施工提供稳定、高效的技术保障。

◆ 经纬公司：以技术创新绘就新能源发展新图景

本报11月24日讯，11月12日，由经纬公司中原测控公司承担测录井工程的TMH1井顺利开展二开钻进。该井是内蒙古鄂尔多斯北创乌兰煤层气技术开发有限公司部署的首口煤层气预探井，其成功钻探对推动该区域煤层气资源高效开发具有重要意义，也成为中原测控公司深耕新能源领域的又一实践成果。

近年来，该公司加强地热能开采、天然气存储等领域的测录井技术研发和综合运用，开辟出一条高质量增长新赛道，助力新能源产业发展。

一、技术破局：从“勘油”到“探新”跨越升级

“公司的声波测井、电视测井等核心测井技术，与新能源产业对地下空间精细探查的需求高度契合。”经纬公司测井资料解释前首席专家张晋言表示，过硬的技术优势是公司从“勘油”向“探新”跨越的关键抓手。

2020年7月，中原测控公司完成河北省煤田地质局宁晋县盐穴储气库资料井Z1井测井施工，为拓展盐穴储气井测井市场打响第一枪。2022年，公司中标广东三水盐穴储气库项目，运用高精度成像测井技术完成3口井的储层评价，积累了宝贵经验。2023年，公司中标河南省储气体系关键项目——河南天然气盐穴储气库先导工程，历经14个月施工，于2025年7月完成PMY-X4井气密封测试测井，测井数据准确率在98%以上。

在油气接续与非常规能源领域，2024年中标“三门峡盆地油气资源接续基地调查评价（河南部分）”省财政地质勘查项目，通过裸眼测井发现新油藏，试油阶段取得日产超百立方米的高产工业油流；同年中标安徽省煤田地质局勘查研究院“煤层气参数井偶极子阵列声波测井工程”，精准评估两淮矿区煤层气储层可改造性；2025年中标冀承页1井项目，聚焦中新元古界页岩油气勘探，助力填补中国北方海相页岩油气空白。

二、多元布局：构建新能源增量市场矩阵

“聚焦新能源领域打造增量市场，是公司高质量发展的重要举措。”经纬公司测井工程技术专家刘锐熙指出。中原测控公司精准锚定地热能开发、天然气储气库、资源勘探、地质勘查四大领域，构建多元化增量市场矩阵，累计服务新能源项目超50个，成为新能源领域核心技术服务商。

在地热能开发领域，公司提供从资源评估到动态监测的全链条服务，近年成功中标多个地热项目。2025年，为解决河南省濮阳市燃煤供暖缺口，公司中标当地地热资源开发常规测井工程，随后完成油田区域1-5井电缆射孔工程，保障了当地数万平方米区域的清洁供暖。

作为地下储气库安全“守护者”，公司攻克河南盐穴储气库地质认识不足、老腔改建技术不成熟等难题，通过前期测试、评价与改造，将后期施工风险降低50%以上。

在地质勘查领域，公司争做地下探测“先行者”，三门峡盆地项目预测石油地质储量超千万吨，平顶山PBSY-03井项目为煤层气商业开发铺路，中盐淮安洪泽芒硝矿井项目保障高品质芒硝开采，助力实现年产70万吨元明粉规模化生产。目前，公司正以激光录井等特色技术为抓手，向氮气、氦气等新领域攻关。

三、价值跃升：从技术服务商向“多元能源解决方案伙伴”转型

“我们不再局限于单纯的技术服务，而是积极向‘多元能源解决方案伙伴’转型。”中原测控公司经理郭云峰介绍，在全球能源加速转型的背景下，测控技术需求日益迫切，地热能精准勘探、储能系统效率优化等都离不开测控技术支撑。10月，在鄂尔多斯市乌兰煤炭（集团）有限责任公司深层煤层气项目中，该公司全程参与方案设计、施工环节等，为煤层气储量上报、产能评价提供坚实依据。

下一步，中原测控公司将持续研发技术装备模块化产品，提供高质量定制化服务；借助智能化平台实现数据实时采集分析，依托服务网络覆盖更多新兴市场；深化人工智能、大数据与测控技术融合，优化能源预测模型，全力将勘探开发效率提升20%以上。

◆ 中原石油工程：钻井进尺突破200万米

本报11月25日讯，今年以来，面对石油工程市场多重挑战，中原石油工程公司牢牢把握高效运行与安全生产两条主线，通过优化生产组织、强化服务保障、升级装备支撑、筑牢安全防线等系列举措，推动生产运行质效提升。截至11月21日，公司累计钻井进尺突破200万米。

优化生产组织，构建“大生产、大运行”协同机制。深化地质工程一体化合作，组织直属单位协同联动，全程参与井位论证、方案审查等勘探开发关键环节，确保施工方向与开发需求精准匹配。聚焦搬迁安装、钻井、完井三大周期，实施全流程节点管控，通过细化时间节点、优化工序衔接，三大周期节约率均实现同比提升，生产效率持续领跑行业，为进尺突破奠定效率基础。

服务保障与队伍建设同步跟进，进一步挖掘生产潜力。通过强化跨部门沟通协调、优化组织运行流程，有效缩短完井作业时长，推动超周期率持续下降，同时实现搬迁安装效率、队伍动用率同比提升。其中，塔里木分公司90107队单日进尺2121米，刷新顺北区块单日进尺最高纪录；西南钻井公司90106队成为普光区块首支年进尺破万米队伍，以标杆力量带动整体产能提升。

装备支撑持续升级，助力钻井进尺突破。推进钻机改造更新、高性能装备配置及设备自动化升级，针对不同区域施工需求组建技术攻坚团队，分业务制定专项作业指导书，重点井、高风险井施工保障能力显著提升。从硬件层面突破复杂工况下的施工瓶颈，有效提升单井作业效率、减少无效耗时，为公司累计钻井进尺突破提供关键硬件支撑。

此外，该公司以专项整治与精准培训筑牢安全防线，为高效施工保驾护航。深入开展吊装作业等重点领域安全排查，将安全责任细化到每个环节、每个岗位，避免安全问题导致的工期延误。联合外部技术专家开展吊索具专项培训，采用“理论+案例”“授课+研讨”互动模式，增强生产管理人员、现场监督及作业人员安全意识与应急处置能力，织密安全防护网，确保生产作业安全高效推进。

◆ 中原石油工程：提升基层单位安全管理水平

本报11月26日讯，近日，中原石油工程公司钻井一公司HSE帮扶小组深入50710钻井队施工的中原油田卫49-33井场，逐一检查设备运行、操作规程执行和风险防控措施落实情况，细致分析管理中的薄弱环节，督促整改风险隐患。

今年以来，为全面提升基层单位安全管理水平，该公司建立起一套动态调整、精准帮扶的闭环管理机制，每季度结合现场检查与日常管理实际对基层单位实施“一对一”帮扶，确保管控对象精准、问题找得准、措施定得实。该公司成立由安全、设备、钻井等专业部门组成的HSE帮扶小组，帮扶内容涵盖现场标准化、操作规范、风险辨识、隐患治理等关键环节，实现“帮扶一个、提升一个、巩固一个”。

◆ 工程院大陆架：进入国际高端固井工具市场

本报11月25日讯，近日，工程院大陆架公司自主研发的245毫米×178毫米液压旋转封隔式尾管悬挂器在沙特阿美试用井完成现场应用，所有技术指标均达到沙特阿美严苛标准，标志着我国自主研发固井工具成功进入国际高端市场。

作为全球油气行业标杆企业，沙特阿美对井下工具的性能、可靠性及适配性要求处于行业顶尖水平，其市场长期被国际油服巨头主导。此次大陆架公司自主产品的成功试用，是企业在技术攻坚、质量管控、市场开拓等维度综合实力的集中体现，也为后续更多高端产品进军国际市场奠定坚实基础。

◆ 华北石油工程：联合攻关助推钻井提速提质

本报11月26日讯，近日，华北石油工程公司DX701队攻克地层稳定性差、易破碎及井漏等难题，大幅提升钻井作业速度，高质量完成TK781井大修任务，获得甲方认可。

今年以来，华北石油工程公司针对勘探开发难点，坚持“提速度、提质量、降成本、降故障”，与甲方紧密携手组建地质工程一体化专家团队，积极参与工程与技术方案设计与落实，与高校院所、科研机构围绕钻井关键技术难题开展合作，强化联合攻关，助推钻井提速提质。

油气钻井从开钻、完井到搬迁、安装，工序繁多，衔接不畅就会影响施工效率。该公司优选钻井、钻井液等领域的9名专家进入西北油田一体化专家团队，参与工程地质设计、施工方案论证、施工过程指导等工作环节，共同落实甲乙双方专家现场处置联动机制，形成“源头参与、过程管控、闭环管理”技术支撑模式。

为缩短搬迁时间，该公司联合甲方生产部门，强化搬迁全程管控，跟踪钻前施工进度，提前踏勘道路和新老井场水、电等情况，及时协调解决发现的问题，并通过模块化搬迁，优配车辆及人员等，确保各钻井队搬迁和安装高效完成。截至目前，该公司西北工区21支钻井队今年已完成70余口井钻探任务，创历史最好成绩。

日前，华北石油工程公司90152钻井队承钻的SHZ6-3X井，在二开作业中刷新顺北油气田三级结构井二开单趟进尺最多、套管下深最深、载荷最重等纪录。

“在顺北油气田，三级结构井的二开裸眼段长，周期占整个钻井过程的一多半。二开钻进是否顺利，对钻井作业提速至关重要。”该公司技术发展部负责人焦延安说。裸眼井段是指没有下套管封固的井眼，存在地层坍塌、漏失、缩径卡钻等风险。

针对二开作业中碎屑岩井壁稳定困难等问题，该公司联合高校院所、科研机构等单位开展技术攻关，通过重点实验室建设和现场试验，聚焦深层破碎地层井壁失稳机理等理论，攻关顺北油气田三级结构井二开长裸眼段稳定等技术，推动自主研发助剂产品产业化，加速科研成果转化落地，降低作业风险，提升作业效率。

◆ 石油工程公司：以铁军担当书写能源保障高质量发展答卷

来源：中国石化报

11月26日报道，“十四五”期间，石油工程队伍以“向高攀登”的锐气、“向新突破”的闯劲、“向绿前行”的自觉，积极应对平均井深增加16.9%的复杂挑战，通过技术迭代与管理升级，将钻井周期缩短29.4%；年均工程成本降低3.9个百分点；压裂施工后产能提升10.2个百分点，以工程技术关键变量撬动油气增储上产最大增量。

一、向高攀登

一体协同推进高效开发“含金量”提升

“我们必须把‘一体化’作为石油工程的最大优势、最大保障和最大潜力，树牢油气藏经营重要参与者理念，全域联合，优化集成，系统攻坚。”石油工程公司董事长、党委书记吴柏志多次强调。

大协同产生大效益。“十四五”以来，石油工程公司主动与集团公司油田事业部、各油气田对接，将专业力量、施工单元、资源要素等融为有机整体，共促“上游”大发展。

高站位构建一体化激励机制。公司落实相关决策部署，协同油田事业部建立甲方主导、质量导向的5项一体化考核指标，以考核引导资源聚焦关键环节，共享激励成果、激活干事源动力。2024年西南工区“四提”成果奖励达6.02亿元，“干得好获荣誉、得实惠”成为共识。

高起点协同优化生产运行效率。组建154人专家团队，与油田相关单位联合办公，以“专家驻点+全程跟踪”模式及闭环管理，破解“六不等”效率难题，2025年钻井队伍动用率达91.5%。

高质量迭代区域“四提”成果。通过“示范井探索—示范区提升—区域辐射推广”阶梯式路径，提炼复制核心技术与管理模式，以示范引领带动“四提”成果全区域推广。

5年来，公司累计施工76口示范井，建设16个示范区，创下108项工程纪录。胜利油田示范井最短钻井周期2.5天，让这座开发逾60年的“老油田”重新焕发青春；济阳页岩油示范区钻井周期从133天缩至17天，助力页岩油累计产油突破百万吨；新疆顺北超深层油气区，钻井周期从2020年的220天大幅缩短至2025年平均89.5天、最快59.6天，单井米费降低15.8%，让“地下珠峰”的油气宝藏加速变现。

高效益合作开发难动用储量。以机制突破唤醒“沉睡资源”。难动用储量占比高、开发难度大，如何让这些“沉睡的宝藏”变成“效益油”？聚焦产量分成与效益分成的机制障碍，创新推出“风险共担、效益共享”的合作开发模式，既打消了各方对“投入打水漂”的顾虑，又激发了“多产多得”的积极性。

5年来，累计动用难动用原油储量2.06亿吨、天然气储量527亿立方米，新建原油产能320.8万吨、天然气产能34.1亿立方米。曾经的边际资源变成了效益增长点，更探索出一套可复制、可推广的低品位资源开发样本。

二、向新突破

自立自强锻造核心优势“含科量”跃升

“我们坚持把强技术作为石油工程的核心能力，积极应对‘两深一非一老’勘探开发新需求，锚定石油工程行业加快向高端化、智能化、绿色化转型趋势，协同打造更多撒手铜技术、金刚钻装备，推动科技创新成果更好转化为新质生产力。”公司总经理张建国表示。

新挑战亟须新突破。“十四五”期间，石油工程公司依托高风险探井与重要产能建设项目，以科技破解钻采难题，为勘探突破、油气稳增、质效提升提供支撑。

攻坚“卡脖子”技术，把依赖清单变成自立清单。在超深层钻探领域，万米深井被称为“地下珠峰”，公司自主研发形成深井超深井钻完井技术体系，完成8000米以深超深井167口，其中9000米以上13口，为新疆顺北10亿吨级大油气田发现提供了硬核支撑。自主研发的旋转地质导向钻井系统在“深地一号”创造我国自主旋导作业垂深最深7521.15米、造斜点最深7350米等纪录，实现国内首家全场景应用，获评“2023年全国油气勘探开发十大标志性成果”。在中深海领域，攻关应用海域OBN（节点地震仪）三维采集，准确识别15米以上储层，指导井位部署，海3斜井试获油气当量1010立方米/天；形成大位移井安全钻井、油基钻完井液一体化技术，助力东海上产至25亿立方米。在非常规油气开发领域，聚焦页岩气超长水平井钻井需求，持续攻关超长水平井集成技术，形成3000米成熟、4000米推广、5000米迭代完善的超长水平段延伸技术体系，焦页44-Z5HF最长平段长5442米刷新亚洲纪录。针对济阳页岩油断陷盆地高温高压、涌漏并存等工程难题，迭代精细控压等关键技术，支撑页岩油示范区提前一年完成储产任务。

布局未来技术。石油工程公司聚焦智能钻井、数字工程等前沿领域，推动创新集群化发展。自主研发的Idrilling（应龙）科学钻井系统1.0，通过钻前智能设计、钻中实时优化、钻后动态迭代，实现经验钻井向科学钻井转型。该系统已应用400余口井，平均机械钻速提升19%、钻井周期缩短13%。

公司还与华为签署“北斗+5G+AI+N”合作协议，成立联合创新中心，培育石油石化全产业链北斗应用生态，推动技术创新与规模化应用。

三、向绿前行

加速转型实现未来发展“含绿量”升级

绿色是高质量发展的鲜明底色，能源企业既要端牢能源饭碗，更要守好生态红线。公司深刻践行“双碳”目标，将绿色低碳理念融入工程全链条，为能源行业可持续发展提供了石油工程方案。

以减碳技术重塑生产方式，让传统作业绿意盎然。电动装备规模化应用是最直观的改变。全面推进装备电动化改造，购置升级电动钻机208部，电动化率提升至70%；增加压裂撬107.12万马力，其中电驱39.5万马力，电动化率提升至28.4%；万元综合能耗0.161吨/标煤。

以负碳技术激活资源价值，让废气变效益。如果说减碳是做减法，那么CCUS（碳捕集利用与封存）则是做加法——将工业排放的二氧化碳捉住并用起来，既减少碳排放，又提升油气采收率，实现减碳与增油的双赢。公司作为国内较早布局CCUS工程服务的油服企业，自主研发的“CCUS全流程技术”达国内领先水平，其中捕集技术跻身国际先进。以总承包方身份，建成投产国内首条百公里、百万吨超临界二氧化碳输送管道。

以循环技术守护生态底色，公司推动开发与保护共生共荣。新启动项目前置绿色设计，编制环评报告与绿色施工方案，优选少占地、低扰动井位，推广模块化施工减临时用地。升级生态环保技术，自主研发5种全链条酸性气处理技术，建成8座脱硫站，年处理酸性气超30亿立方米。乌干达集成化智能静音钻机项目被评为“一带一路”能源国际合作最佳实践案例，提升当地居民绿色获得感。

站在新的历史起点上，石油工程将继续贯穿高质量发展工作主线，坚守技术立企，扛稳支撑油气勘探开发首责天职，聚焦高端化、智能化、绿色化转型，奋力打造世界一流技术先导型油服公司。

◆ 中国石化高温高压测井技术实现国内领先

来源：中国石化报

□赵春国、渠玉兵、丁静、邵云丽、任燕敏、高佳慧 文/图

11月25日报道，近日，由经纬公司负责施工的中原油田东濮探区重点风险探井海通1井测井顺利结束，该井实钻井深5618米，井底温度193摄氏度。面对区块最深、温压条件最复杂等不利形势，经纬公司自主研发的国内首套260摄氏度超高温高压测井仪器凭借卓越的耐高温耐压性能和精准的数据采集能力，成功获取了关键地层资料，为后续勘探部署提供了可靠依据。

今年9月，经纬公司260摄氏度超高温高压测井仪器入选国家能源局评定的能源领域首台（套）重大技术装备。紧接着，“经纬视界”高温高压测井系列仪器通过集团公司

科技部鉴定，整体达到国内领先水平。“突破特深层油气是保障国家能源安全的重要接替领域，我们面对技术难关‘十年磨一剑’，打破了长期依赖进口的局面，实现了高温高压测井装备全场景应用。”项目负责人、经纬公司测井工程高级专家臧德福说。

一、迎难而上，攻克“卡脖子”难题

今年8月底，经纬公司高温高压测井仪器出口至乌兹别克斯坦，这是经纬公司成立后首次出口成套测井装备。

测井是石油勘探开发必不可少的重要环节，是找油找气的关键工程技术，被誉为油气勘探开发的“眼睛”。

回溯到2013年，当时国内测井行业缺少自己的高质量仪器，主力装备多是上世纪90年代引进的老旧型号，进口新仪器或配件不仅价格昂贵，而且时间周期受外方控制，严重影响施工效率。经纬公司胜利测井公司迎难而上，臧德福、李海、丁世村等专家组成项目团队，锚定国际先进水平开展专项攻关，自主研发新的测井仪器。

对于测井仪器而言，温度、压力是横亘在团队成员面前最大的难关。特别是随着我国油气勘探开发重点向“两深一非（深地、深水、非常规页岩油气）”挺进，地质结构更加复杂，越来越多的油气井井深超过6000米、8000米，甚至万米，高温高压难以避免。

“一深万难，井下温度每升高1摄氏度，仪器配件的耐受能力、形变程度及功能等都会发生变化，加之井眼轨迹波动大、井况差，多种因素使得高温高压测井仪器研发迫在眉睫。”经纬公司测井工程技术专家丁世村感慨。

团队成员孙锋记得，为了满足对测井仪器地面系统传输速率和稳定性精益求精的要求，无数个深夜，他不停地绞尽脑汁，把刚写好的软件代码又删除修改；为了让新仪器缩短总长度实现一趟快测的极致目标，大家反复讨论、集思广益，在一个短节上集成更多的功能，好在长度固定的前提下安装更多的电子元器件；为了提升仪器绝热性能、实验新的隔热工艺，首席技师李海查阅众多资料，像神农尝百草一样，从数不清的金属和非金属配件里，寻找符合耐高温要求的最佳排列组合。

研发过程中为了测试仪器的耐温耐压能力，胜利测井公司专门建立了中国石化重点实验室——国内温度、压力指标最高的高温高压实验室。该实验室温度压力指标260摄氏度/210兆帕，可仿真模拟地层高温高压环境、检测测井仪器耐高温高压性能，满足超高温高压仪器研发、测试，兼顾随钻测井仪器测试需求，整体技术指标达到国内领先水平。

2021年，经纬公司挂牌成立后，把研发力量集中到地质测控技术研究院成立测井技术中心，高温高压测井仪器研发驶入了快车道。研发团队依托高温高压实验室，累计开展室内和现场试验1000余次，连续攻克30余个技术难题，取得高强度及承压密封、高温采集及低功耗、井下自动稳谱及首波识别等12项创新成果。

有志者，事竟成。团队历时8年，自主研发并精心打造出MVLog测井系统平台，形成

175摄氏度、200摄氏度等系列测井技术，较好缓解了井下高温高压矛盾。

二、迭代提升，量身定制超高温高压仪器

3年后的今天，尽管带队啃下了数不清的“硬骨头”，但团队成员、经纬公司测井工程技术专家王金茂回忆起胜利油田工区重点风险探井渤深斜10井测井作业的情景，仍记忆犹新。这也是高温高压测井系列仪器的成名之战。

2022年初，新仪器在渤深斜10井测井作业，一举刷新当时国内直推存储式测井施工温度最高纪录——201.2摄氏度。

渤深斜10井深6340米，最大井斜62度，水平位移2900米，测量井段长1628米，是典型的超深超高温大斜度井。该井最大施工难度在于井温很高，对于下井仪器长时间稳定性工作挑战巨大，当时国内大多数测井仪器只能在175摄氏度以下工作2小时左右，临近200摄氏度则会停止工作。胜利测井公司使用超高温测井仪器，在井下经受住了长时间200摄氏度以上高温考验，一次成功完成了所有数据采集。

2022年9月，胜利测井公司再次圆满完成集团公司重点探井——四川盆地元深1井的四开中完测井施工，完钻井深8680米，创当时中国石化测井最高压力纪录。

“随着高温高压测井仪器一次次现场应用成功，也为我们继续聚焦深层、特深层及复杂油气井，研发市场满意的测井仪器坚定了信心。”经纬公司地质测控技术研究院院长席习力说。

“施工需要什么，我们就研制什么。”高温高压测井系列仪器是一个系统工程。经纬公司领导带头走访市场，广泛听取胜利油田、西北油田、西南油气、江汉油田等企业意见建议，结合各工区地质条件和油气藏实际情况，坚持走好技术突破、现场应用、反馈改进的迭代提升之路，实现了“从无到有、从有到优”的量身定制。

针对页岩油气长水平段、高温高压测井资料采集需求，研制175摄氏度/140兆帕过钻头测井仪器，包含三参数、遥测、伽马、连斜、井径、双侧向、声波、补偿中子、岩性密度、伽马能谱、阵列感应、阵列声波等，实现了钻井通井过程中完成资料采集，单井为钻井队节约1~2趟通井。2021年以来累计应用300余口井，测井一次成功率98%，成为胜利济阳页岩油国家级示范区指定测井仪器。

针对中国石化“深地工程”超深井、超高温高压井及复杂井况逐年增多，研制了200摄氏度/206兆帕高温高压直推存储式测井仪器系列，包含四参数、遥测、伽马、连斜、井径、双侧向、声波、补偿中子、岩性密度等，实现不同钻井液条件下资料采集和精细评价。2021年以来累计应用290余井次，承担了绝大部分超深探井施工。

针对高温高压超深层复杂储层资料评价难题，研制了耐温200摄氏度、耐压172兆帕的推靠式、灯笼体两种结构，电缆、直推两种输送方式的高温电成像测井仪，通过阵列式纽扣电极测量井壁附近的地层电阻率，利用色谱直观展现井壁图像的测井技术，能够

对井筒周围地层介质直观、清晰、高分辨率成像，对于砂泥岩薄互层的有效划分、裂缝油藏的裂缝和储集性能分析、复杂岩性油藏的参数评价起到不可替代的作用。

针对超深层小井眼测井，团队研制成功230摄氏度/172兆帕高温高压小直径电缆测井仪器，包含三参数、遥测、伽马、连斜、井径、声波等，满足超深层小井眼常规测井资料采集需求，实现“一趟快测”，在四川、青海、新疆等区块应用，顺利完成元坝7井、GR1井等重点井施工，为超深层油气、地热资源等领域勘探开发提供技术支撑。

最令人兴奋的是，针对中国石化“深地工程”超万米深井部署，经纬公司超前谋划，取得远程测控成像测井系统、超高温高压高效绝热及承压密封技术、双侧向可控功率发射技术、数字声波发射温度补偿等创新成果，研制成功国内首套260摄氏度/206兆帕超高温高压测井仪器，温度压力指标国内最高，解决了我国特深层超高温高压数据采集难题。截至目前已完成18口超深井应用，刷新多项施工纪录。

三、提质增效，“经纬视界”

仪器系列实现全场景应用

去年4月，胜利油田西部油气勘探项目部北疆工区征深101井井场，经纬公司测井操作工程师紧盯着屏幕上不断刷新的测井曲线，260摄氏度超高温高压测井仪器正稳定传输来自准噶尔盆地地下8962米深处的地层信息，该井再次刷新了新疆准噶尔盆地测井最深纪录。

“两年前，这样的超深井测井，我们还必须依靠进口设备，光等待调试就要半个月。”自研高端测井仪器终于不再受制于人，现场所有人自豪感满满。

“高温高压系列测井仪器助力深层超深层测井施工的时效总体提升近25%，深受用户企业认可。”胜利测井公司经理郭同政说。

2024年10月，经纬公司发布“经纬视界”高温高压直推存储式测井仪器、超高温小直径测井仪器等新技术，受到各方高度评价。

“经纬视界”高温高压测井系列技术在“深地工程”、非常规页岩油气等方面发挥着越来越重要的作用。截至目前，“经纬视界”系列高温高压测井仪器已连续攻克8000米以上超深井近50井次、175摄氏度以上高温井34口、150兆帕以上高压井16井次，助力“深地工程”测井资料采集率提高22%，优质高效完成多口重点探井资料采集任务。

其中，在井深9432.55米的新疆YJ3-3XC井施工中，技术人员使用高温高压测井仪，克服高温高压、地层复杂、超大位移等施工难题，创中国石化垂深大于7100米井水平位移最长施工纪录、亚洲陆上水平井测井最深纪录。

“截至目前，测井仪器从175摄氏度、200摄氏度、230摄氏度到260摄氏度，已形成210种仪器及工具的全系列产品矩阵，施工覆盖陆地各工区、海上全场景，自主可控率达

99.3%。累计现场应用1000余井次，超深井作业成功率98%，为东部老区挖潜、西部深层勘探以及海上油气开发等注入坚实动力。”臧德福说。

展望未来，“经纬视界”高温高压测井系列仪器的创新探索之路仍在继续，团队正瞄准超高温高压成像类高端仪器继续攻关。同时，针对新能源领域的地热勘探、盐湖锂矿开发等，研发专用测井装备，推动高温高压测井技术应用于更多领域。

专家视点

四、超高温高压测井技术从“单项突破”到“系统集成”

□石油工程技术研究院测控技术及装备研发中心副经理：李永杰

在能源安全战略持续推进的背景下，我国油气勘探开发正加速向超深层特深层进军，8000米以上特深井、万米级探井不断涌现，随之而来的是230摄氏度以上、200兆帕以上的高温高压环境，高温高压测井技术正成为突破勘探瓶颈的关键支撑。作为透视地下油气藏的“眼睛”，高温高压测井技术的性能直接决定了油气资源评价的精准度与开发效率，其发展水平已成为衡量国家油气勘探开发实力的核心指标之一。

在超高温、高压环境下，常规耐温耐压测井仪器易出现信号失真、密封失效，导致测不成、精度低，急需耐温耐压性能更强的装备，但高温测井技术的研发面临材料、工艺、算法、系统集成等多重挑战。在材料领域，半导体芯片、传感器、密封材料等核心部件需要同时满足耐高温、耐高压、抗腐蚀、信号低衰减等多重要求；工艺方面，需满足仪器小型化和高强度的平衡，大规模集成电路模块在小型化布局设计的同时要解决发热、散热和模块间信号干扰的难题，承压结构设计需要优化材料选择和精准结构仿真以匹配高温力学性能需求；算法方面，高温环境会导致电子元件漂移，高压条件会使井下测量环境复杂，易导致数据采集出现偏差，需要建立高温高压校准技术实现不同测井方法的井眼环境校正，以提高采集资料的精准性；系统集成方面，需要进行完善的高温高压环境的可靠性验证及复杂工况下的仪器参数适配调整，构建高温高压测试环境和大量的工程实践需要高昂的经费和较长的研发周期，任重道远。

国际上，斯伦贝谢、哈里伯顿、贝克休斯三大油服公司，引领了国际测井技术的发展，常规测井系列实现260摄氏度/206兆帕，二维成像、三维成像仪器实现175摄氏度/138兆帕，但有的只提供服务且价格高，有的高温小直径仪器售价昂贵且配件供应周期长。当前，我国国产化高温测井装备实现规模化突破，高温测井仪器系列日趋完善，260摄氏度/206兆帕常规测井满贯系列、235摄氏度/175兆帕常规测井满贯系列、200摄氏度/206兆帕直推存储式测井满贯系列、205摄氏度/140兆帕二维成像测井系列等均实现了规模化应用，成功应用于我国数百口超8000米特深井，实现了从“单项突破”到“系统集成”的跨越。

下一步，为了支撑万米级深地勘探，同时赋能干热岩开发、CCUS监测等新兴领域，高温测井仪器将向耐超高温、智能化、集成化模块化等方向发展，做到能用、好用，成为油气藏精准评价的“智能终端”。首先是超高温仪器逐步实现系列化，声电成像、阵

列侧向、声波远探测等成像测井方法实现耐温260摄氏度，伽马、电阻率、井径、声波等常规测井方法260摄氏度仪器系列日益成熟，并向耐温极限300摄氏度突破，满足极限条件的测井资料采集。其次是超高温测井仪器逐步实现智能化，实现模块化AI插件与硬件单元的协同，机器学习和大模型逐步应用于传感器、芯片等运行的智能监测与控制 and 高温下的测井信号畸变的实时校正，从而提高信号采集精度。最后是超高温测井仪器实现集成化模块化，通过系统设计电路、传感器、仪器结构等提高仪器集成度，降低组合仪器的长度，以满足复杂井身结构的需求。同时，为了促进我国超高温测井仪器的研发，需要建设“材料研发-芯片设计制造-系统设计-测试服务”全链条体系，做到核心技术自主可控和产学研用的深度融合。

五、突破重重难关打造新一代高温高效测井成套装备

□经纬公司测井工程高级专家：臧德福

近年来，随着中国石化油气高质量勘探开发的推进，研制耐高温、耐高压、高时效、高精度的国产化高温高效测井成套装备的必要性逐渐凸显，但研发过程中面临重重难关：一是高温高压测井面临高效绝热、低功耗运行、耐高温承压密封等技术鸿沟；二是小直径测量面临传感器小型化、等效测量、小空间放射源仓设计等技术挑战；三是多项目并行一趟快测面临近频干扰、集成设计、兼容性等技术难题；四是地面系统升级换代面临长电缆高速数据传输、网络架构、远程测控、系统扩展等技术瓶颈。

创新之路艰苦漫长，研制高温高效测井成套装备是一个大系统，我们遵循循序渐进原则，把大系统细分为一个个子系统，每一步都稳中求进。比如研制超高温高压测井仪，里面就包含耐高温承压密封技术、感应测井温漂补偿方法、岩性密度双源自动稳谱方法、双侧向可控功率发射技术等多项技术创新。为解决超高温环境承压密封问题，我们创新集成热管定向导热方法，研制新型绝热瓶，实现仪器耐温260摄氏度，创新多级密封承压工艺，实现仪器高温耐压206兆帕。

新一代高温高效测井成套装备具有完全自主知识产权。截至目前，我们共申报发明专利104件，已授权21件，软件著作权8项，发表论文66篇。经过集团公司科技部组织的专家委员会鉴定，高温高压测井技术整体达到国内领先水平，网络成像测井系统达到国际先进水平，其中高速数据传输达到国际领先水平。

新一代高温高效测井成套装备是高温高压高效技术的深度集成，带动高温元器件、承压密封件、芯片封装、精密加工、软件开发、实验室配套、装备更新换代等一大批前后端产业优化升级，同步达到新的高度。

作为国内自研耐温最高的测井装备，新一代高温高效测井成套装备为东部老区、西部深层油气田数据采集提供了一揽子解决方案，助力“四提一降”，为油气勘探开发稳产增产提供了可靠的技术保障。260摄氏度超高温高压测井仪在东部、西北等工区推广应用，支撑万米特深井数据采集，刷新了准噶尔盆地测井的最深纪录。230摄氏度小直径测井仪在胜利、新疆、四川、青海等工区超高温高压超深井测井，助力深层油气和非油领域勘探，创造了干热岩测井温度最高纪录。满贯一趟快测技术大幅提高了测井时效，在

老井挖潜和新井勘探开发方面取得了良好应用效果，有力支撑了东部老区“四提”，累计节约占井时间1800天。

更令人欣喜的是，该技术实现新一代高温高效测井成套装备产业化，累计制造104套，成功销往乌兹别克斯坦。260摄氏度超高温高压测井仪器入选国家能源局评定的能源领域首台（套）重大技术装备，打破国外超高温测井技术垄断，摆脱了超高温测井装备依赖进口、受制于人的窘境。

◆ 中国石油——中油测井：桥射作业助力增储上产

中国石油网11月28日消息，11月25日，中油测井吉林分公司运用定制化桥射作业技术，顺利完成吉林油田吉28平台、海116平台桥射联作施工任务，以精准高效的技术服务为油田增储上产提供有力支撑。

面对吉28平台多井多层段交叉作业、海116平台53段密集射孔等多重挑战，吉林分公司坚持以“定制化+全周期”服务理念为核心，全面推行“一井一策”技术保障机制。针对海116平台高密度射孔任务，技术团队进一步细化“一段一法”策略，逐段优化射孔参数，从源头保障作业精准度，全程实现“零误差”施工。

两大平台施工期间，吉林分公司统筹资源配置，实施“24小时轮班+跨班组支援”作业模式，关键岗位驻场值守，保障连续施工作业。同时，建立10分钟级应急响应机制，有效应对野外作业中仪器信号异常、低温设备运行等风险。在服务过程中，作业队将技术支撑贯穿于方案设计至投产跟踪全流程，不仅解决了吉28平台多井协同产能匹配难题，也保障了海116平台高密度射孔的质量效率，有力确保两大平台施工全程安全顺畅。

◆ 中油测井：高性能声波换能器实现首批外销

中国石油网11月24日消息，11月12日，经出厂检验合格，中油测井自主研发的HPAT系列高性能声波测井换能器实现集团公司外部首批销售。这标志着中油测井高端声波测井装备核心部件正式由内部应用迈入外部创收新阶段，为提质增效注入新动力。

声波测井换能器是声波测井装备的关键核心部件，可实现电能与声能相互转换。面对深地高温、高压、狭小空间限制，国内超高温高灵敏度声波测井换能器长期依赖进口。

中油测井声波换能器团队攻克小型化多物理场耦合设计、高压电性抗疲劳压电材料、陶瓷-金属低热应力粘接等6项关键核心技术，研制出175摄氏度/60小时、205摄氏度/12小时、235摄氏度/4小时系列化高性能声波测井换能器，实现关键核心技术全面自主可控。经集团公司专家组评估，其性能达到国际同类产品先进水平。

目前，该系列换能器已在华北、塔里木、大庆、西南、青海和海外作业区规模化应用55套，替代进口测井72口，作业成功率100%。

◆ 渤海钻探：深耕煤层气市场进尺突破20万米

中国石油网11月27日消息，截至11月20日，渤海钻探钻井四公司在煤层气市场已开钻72口，完井70口，完成钻井进尺20万米，井身质量合格率与固井合格率双双保持100%，

为年度收官打下了坚实基础。

今年以来，面对复杂市场环境与艰巨生产任务，渤海钻探钻井四公司以“开源增收降本增效”活动为抓手，以市场开拓为先锋、创新技术为引擎、精细管理为基石，在煤层气市场掀起一场“提质、提速、提效”攻坚战，不仅有效应对了外部挑战，而且巩固了在煤层气市场的领先地位，更走出了一条内涵式增长的高质量发展道路。

针对煤层气市场特点，这个公司精准发力，紧盯甲方产建动态，强化沟通对接，提前锁定井位部署信息，高效争取施工工作量。针对山区道路崎岖、井场空间受限等难点，推行“一队一策”精准管理模式，为不同区域钻井队量身定制拆搬安方案，在华北、亚美、中海沃邦三大市场实现速度与效益同步攀升。截至目前，已有6支钻井队今年累计进尺突破2万米，成为市场攻坚的“尖刀力量”。

聚焦煤层气钻井技术难点，这个公司坚持技术攻坚、靶向突破，定期组织多方召开技术交流会，精准制定提速方案，持续完善水平段出层、井漏等复杂井段防卡技术体系。通过优化钻井液性能、精细调整施工参数、规范岗位操作流程，成功破解提速瓶颈。其中，YS45-203-2H井在一开311.2毫米井眼施工中，创下单日进尺1012米的佳绩，刷新中海沃邦项目单日进尺纪录；安13-3A-3平3井以钻机月速5434.71米/台月，改写安泽区块水平井钻机月速纪录。

施工中，这个公司始终坚持“安全第一、预防为主”理念，全面推行“双盯工作法”，强化施工全过程安全监管，严格落实设备巡检与隐患闭环整改机制，安全管控全面从严。结合施工区域地理气候特点，提前制定并落地雨季、冬季“八防”措施，通过强化应急演练、抓实岗位安全培训，实现各类风险全面受控，筑牢生产安全防线，为生产提速保驾护航。

◆ 渤海钻探：填补煤层水平井密闭取芯空白

中国石油网11月24日消息，11月13日，由渤海钻探钻井四公司承钻的安13-2A-3平4井顺利完成煤层水平段密闭取芯作业。经现场严格测量核验，本次所取岩芯长度完整、煤层结构清晰、封装密闭完好，岩芯收获率达到100%，实现了我国在煤层水平井密闭取芯技术上的首次突破。

煤层水平段密闭取芯是钻井工程中一项技术要求极高的“精细活”，尤其在安泽这类地质条件复杂的区块，施工难度远高于常规直井。该区块煤层埋藏深，垂深超过1500米，水平段设计长度达1200米，且煤层本身脆性强、易破碎、稳定性差，对井眼轨迹控制精度和取芯工艺提出了极高要求。

技术人员严格落实“一井一对策”提速策略，通过优化钻井液性能，有效抑制了煤层水化膨胀。在取芯钻进关键环节，技术团队对钻压、顶驱转速、排量等参数进行精细调控，每一道工序都做到了“稳、准、快”，实现精准作业。

最终，出井的岩芯呈完整长柱状，取芯长度3.4米，煤层纹理清晰可辨，收获率达100%，密闭率达62%。该井密闭取芯的成功，不仅填补了我国煤层水平井密闭取芯的技术空白，

也为安泽区块后续煤层气井的规模化、高效化开发提供了宝贵且真实可靠的地质依据。



◆ 川庆钻探：韧性自修复剂成功完成首次现场应用

中国石油网11月27日消息，11月24日从川庆钻探获悉，该公司自主研发的油井水泥韧性自修复剂，在CCUS示范区盐309-X井成功完成首次现场应用，保障水泥环在“腐蚀—应力耦合”工况下的长期密封能力，为复杂井筒的完整性提供了可靠的工程解决方案。

为保障井筒在生产周期内的密封可靠性，川庆钻探钻采工程技术研究院固井技术科研团队通过对韧性自修复材料结构进行设计，使其具备增韧、增弹、自修复多重功能，不但提升了水泥石的弹韧性和抗裂性，而且具备自主修复微裂纹与微环隙的功能。

室内试验表明，该产品在工程性能、弹韧性提升和自修复效率等方面均优于国内外同类产品，尤其在地下70摄氏度、20兆帕的高温高压环境下，48小时即可实现快速响应修复，裂缝平均修复宽度为1—1.5毫米，完全闭合率为90%—95%，造缝抗压强度恢复率在85%以上，修复后的裂缝抗窜能力强。目前，该产品可广泛应用于二氧化碳泡沫压裂、枯竭气藏建库、咸水层封存等场景，为新兴产业发展注入科技动能。



◆ 西部钻探：创柴达木盆地三项扩眼段施工纪录

中国石油网11月27日消息，11月24日，位于柴达木盆地的游探1井高效完成四开中完作业。这口井四开4342米在高温高压窄密度窗口条件下，完成了1566米长裸眼段钻后扩眼作业，创造了柴达木盆地井段最长、施工时间最短、扩眼段最深施工纪录。

游探1井设计井深6500米，是发现天然气接替新领域的一口重要风险探井。为进一步提升这口井成功率，西部钻探融入工程地质一体化，深刻剖析施工风险与难点，突出储层保护和提产技术应用，最大程度增加油气发现可能性。

这口井中浅部形成以“随钻封堵+实时求压+阶段承压”为主的溢漏防控技术，全过程未发生溢流复杂。二开针对“高倾角、长裸眼、大井眼”防斜打快与钻具安全难题，优化形成强攻击强刚性钻具组合，井斜控制在2度以内，钻井时间较设计缩短了40%。

地质工程一体化发挥合力，在四开4342米开展不同井径、不同浆柱结构下井底ECD模拟分析，分段制定扩眼措施，首次在盆地采用“扩眼工具+静态承压+优化浆柱性能”三结合方式拓宽参数范围，扩眼后平均井径扩大率达到10.18%，为解决英雄岭区域窄密度窗口技术难题提供了“两高两窄”关键技术经验借鉴，为尾管安全下入与固井质量提供了保障。



◆ 长城钻探：跨越山海、筑起能源新“长城”

中国石油网11月24日消息，11月中旬，长城钻探压裂公司YS69023队圆满完成苏10-51-59H井2000米水平段压裂施工，创下苏里格气田“套管完井水平段长度、单井加砂量、单井滑溜水注入量”3项纪录。这是“十四五”期间，长城钻探高质量发展的生动实践。

“十四五”期间，长城钻探以科技创新为动力、以绿色发展为底色、以国际化布局为路径，在能源勘探开发的征途上筑起一道新的“长城”，实现生产时效较“十三五”末增加3.45个百分点。

一、智能引擎驱动能源革命

11月下旬的辽宁盘锦寒意袭人，在雷88-H505井，长城钻探自研的“长龙号”智能钻井系统正全速运转。司钻只需轻点屏幕，机械手便自动抓取钻杆、移至井口，完成起下钻作业。

“长龙号”历经10余年攻关，具备“集成管柱自动化处理系统”“数字孪生平台”等4项核心技术，可自动完成地质参数采集、钻井轨迹优化、设备状态监控等关键作业，实现从“经验驱动”到“数据驱动”的跨越。“长龙号”将套内起下钻杆效率提高60%，地下钻速最高提升20%。

长城钻探自主研发的4000米橇装山地自动化修井机采用直立拼装井架结构，搬迁模块最大运输尺寸控制在10米以内，井场用地减少30%，解决了山地“进不去、作业慢”的难题。

依托工程作业智能支持中心（EISC）系统，长城钻探打造“数字钻井大脑”，实时采集全球作业参数，通过AI模型提前预警风险，复杂工况处理效率比传统模式提升40%。

二、绿色发展绘就高质量底色

长城钻探始终坚持绿色低碳发展，全面推广“泥浆不落地”技术，实现废弃物资源化率85%以上；在钻井作业中应用清洁能源，仅今年前3季度，就有71口井实现清洁能源替代，累计减碳1.8万吨，颗粒物排放降低90%以上。

公司在阿曼使用液化石油气替代柴油，氮氧化物排放减少50%；在伊拉克推行电驱修井机，能源消耗下降30%；承建的科威特首个生物柴油试验项目，成为当地绿色示范工程。

三、服务升级迈向产业链高端

长城钻探构建起覆盖勘探开发全流程的工程技术服务体系，持续向产业链高端迈进。

在油田化学品领域，长城钻探形成十大特色高端压裂液体系，原油降凝剂等产品海外市场规模突破亿元。

在固井领域，公司自研“梯形双线聚合物降失水剂”解决高温高压井固井难题，“耐高温防漏水泥浆体系”实现地热井“隔热—导热—防漏”三位一体性能，“一键式智能固井系统”显著缩短施工周期。

在录井领域，第四代智能录井仪实现远程控制、实时监测、智能分析，随钻联测录

井仪填补国内特定稀有气体探测技术空白。

长城钻探正以智能化为引擎、以绿色化为底色，在建设国际化、世界一流工程技术服务企业的征程上奋楫扬帆、行稳致远。

◆ 东方物探：大山深处“找气人”的苦与乐

中国石油网11月27日消息，打开燃气灶，跳动的蓝色火焰成就了餐桌上的美食。但很多人不知道，这蓝色的火焰要经历多少道工序，跨越千山万水才能进入每一个普通家庭。

这一和现代生活息息相关的能源，历经了亿万年的积累转化，埋藏在地下深处的地壳岩石中，一群被称为“给地球做CT”的物探人，在沙漠，在深山，在荒野苦苦找寻着它。

在四川泸州纳溪茫茫山野深处，东方物探公司西南物探分公司物探255-259联队就有这样一群人。他们在蜀南纳溪地区三维物探项目艰苦作业，不断创新，只为找寻新的油气资源。

一、从手拉肩扛到无人机辅助吊装

大山深处，00后李奕霄熟练地操作着一台无人机，瞬间将七八十斤的设备吊起来飞到不远处的山顶，那里的工友在等着这些设备进行打钻。“放到以前，要先开路，再手拉肩扛，耗时2天才能将成吨的设备搬运上去；如今，一个多小时就能完成，8分钟就可以完成一趟设备搬运。”李奕霄介绍。

据介绍，该项目目前共投入无人机10台，完成吊运工作量497台次。截至目前，项目合计节约2385小时。利用该方式，项目提前完成716口井的施工。

无人机作业区周边是茫茫深山，间或分布着一些村庄民居。物探255-259联队党支部书记姚志武说，这个项目一共有2000多人在作业，点上的队员往往就租住在村民的家里。如果下山，来回需要两三个小时，十分影响作业效率。

伴随着工作条件改善，项目指挥部已经可以在山下租住一些民用住宅进行办公。但他们每天都要驱车进山，在现场处理各种情况。遇到值守夜班，指挥人员要在指挥车上值守一夜。常人看来辛苦，他们却觉得很知足：“如果要是荒漠无人区，就只能住帐篷了。”

“蜀南地区震旦系裂隙槽结构复杂，此前二维资料精度不足的短板，让蜀南这片富含油气的土地在深层勘探上长期处于待解锁状态。”西南物探分公司市场技术部副部长李成毅介绍，现在他们正在对项目进行全力攻坚。

二、“有些困难是现实存在的”

“山里信号不好，发的定位经常漂移。‘看山跑死马’是施工测量的日常。”联队副经理何明刚表示。

测量组组长郎军一天要在山林间跟班十余小时。“有时一个点位，得在密林中绕三四公里才能抵达。”组员王青银更是常常一天体验近千米海拔落差，上午在山顶抗寒流，下午就钻进海拔300米的深谷，闷热的空气里夹杂着腐叶味。

“这个参数再调，必须达标！”项目指挥部的灯光连续一个半月亮至深夜，联队经理丁鹏和姚志武，在指挥部和项目现场两头跑。分公司高级专家张晓斌坐镇指挥，指尖在标满地质数据的地图上反复比画，这已是项目方案定型前的第13次推演。

指挥人员虽然不住在深山里，但他们几乎每天都枕戈待旦。在会议室里干到半夜就直接去宿舍睡觉休息，早上一个电话打来，洗把脸就又来到指挥部看数据，查情况，驱车去现场。

“身体上的累是可以克服的，但有些困难是现实存在的。”项目总指挥、西南物探公司总工程师胡善政表示，物探人一干起项目经常会数月难得回趟家，这份工作的勋章背后，镌刻着他们无法陪伴家人的难以释怀的愧疚。因此，公司会经常提醒员工注意身体，也会安排员工在项目攻关后进行调整，尽力解决他们对家庭的后顾之忧。

三、技术进步攻克一个又一个“苦”

物探非常苦，但对于他们来说，最大的快乐就是通过技术的进步攻克一个又一个的“苦”。

翻看手机屏幕上显示的各种点位的示意图，西南物探分公司生产设备部部长陈燕雄表示，近年来，随着物联网、大数据、云计算和人工智能等信息化技术的快速发展，他们在手机上就可以精准定位一线物探数据采集的情况。“智能化作业系统，使得物探采集过程中的每一个环节，都搬到了线上。可以对野外物探采集业务进行信息化管理，集成测量、钻井、下药、排列等工序，注入高精度震源导航系统、井炮源驱动技术、独立激发系统等功能化模块。”

“我感觉，现在干工作心里更有底了，物探采集有了千里眼和顺风耳。”李成毅表示，系统具备强大的数据处理与安全能力。创新地融合多种通信技术，并把无人机作为空中基站，实现了勘探工区网络全域覆盖，确保数据实时回传，为室内精准设计和施工提供了“数字沙盘”。

技术进步带来的好处明显体现在了生产一线，陈燕雄说：“数据采集效率大大提高了，已经几次突破了采集炮次纪录。我们当晚就嘱咐给大家加餐，而且标注出哪道菜是专门为破纪录加的，同时也给予物质奖励。”这一刻，所有辛劳顿释，唯有队员心满意足的笑容，诉说着成就感的甘甜。

◆ 工程院：锻造国字号“井工程”金刚钻

中国石油网11月25日消息，11月14日，工程技术研究院（简称工程院）休斯敦技术研究中心研发的“极端高硫高温高压井筒材料综合评价体系”，获得全球材料性能与防护领域最高奖项——材料性能与防护协会（AMPP）卓越工程奖。AMPP评价该体系“重新定义了镍合金在极端高硫环境中的应用边界，形成了更经济、安全且经国际验证的新技术路径”。

“十四五”期间，工程院聚焦油气勘探开发“井工程”科技需求，在国家级重大项目和集团公司级关键核心技术领域勇闯“无人区”，取得了系列突破性进展。

一、战略引领：从跟跑到并跑、部分领跑

打造原创技术策源地

“那份被卡住、被牵制的滋味，做梦都想摆脱！”回忆起多年前国内技术与国际先进水平的差距，工程院教授级高级工程师蒋宏伟的语气里仍带着几分不甘，“现在好了，‘卡脖子’的日子一去不复返了！”

这份底气，源于矢志不渝的创新坚守。

“十四五”期间，工程院搭建起6个国家级、9个省部级科技创新平台，建立形成7大研究领域、36个研究方向，牵头承担了17个集团公司关键核心项目。在与国际一流企业的对标中，实现了从跟跑到并跑、部分领跑的跨越式发展。

这5年，工程院向深进军，形成复杂深地钻完井核心技术，支撑我国钻完井深度从8000米深到1万米深的跨越。承担了万米深地钻完井科技攻关，破解了多项钻完井工程世界级难题，形成了复杂深地钻完井核心技术体系。

这5年，工程院行“准”致远，形成非常规油气精确制导钻井技术，支撑我国水平井从3000米水平段长度到5000米的跨越。在钻井瞄得准、打得远上下功夫，支撑长水平井、薄储层、千米井下对接、长输管道穿越等钻井的精确制导。

这5年，工程院以“智”赋能，研发出数字化钻完井系列软件，支撑我国钻完井工程实现由经验施工到科学决策的跨越，推进工程技术电动化、数智化研究，推动钻井、固井、连续管作业等工程技术步入数字时代。

这5年，工程院基于专利合作条约申报的专利达145件，授权73件，申报国际标准2项，荣获中国专利银奖1项、中国专利优秀奖2项、国际E&P工程创新奖1项、中国石油十大科技进展3项、CIPPE展品创新金奖3项。

二、价值创造：从对外依赖到自主可控

“国之重器”支撑国家标志性工程

2025年2月20日，中国石油宣布我国首口超万米科探井——深地塔科1井胜利完钻，首次发布万米深钻十大技术利器，工程院5项技术利器跻身其中。这些技术利器经受住了超深、超高温、超高压、超高应力、复杂压力系统等极端工况考验，助力“万米深井”成为比肩“万米深潜”“嫦娥探月”的国之重器。

5年来，工程院主导深地塔科1井、川科1井2口“万米深井”的工程设计与方案优化，20余项创新技术在此落地，一举创造4项世界纪录。高性能钻头、抗高温钻井液等一批利器各显神通，推动我国深地“井工程”全面迈入“万米时代”。

向难而行，方显担当。在页岩油、气示范区，工程院深度参与高水平示范创新联合体建设，完成40余口技术总包提速示范井。膨胀管、控压钻井装备等10余项技术大显身手，创下多项提速纪录，为四川盆地、鄂尔多斯盆地等“四提”工程注入强劲动力，支撑我国水平井水平段长度首次迈上5000米台阶。

向新而生，赋能未来。针对储气库建设的迫切需求，工程院构建三大技术系列，持续跟踪评估26座储气库450余口井的运行风险；形成盐穴压缩空气、储氢等新技术，支撑了中国首个60兆瓦盐穴压缩空气储能示范工程、全球首座300兆瓦级盐穴压缩空气储能示范工程的高质量建设。

三、成果转化：从“单一技术突破”到“品牌价值输出”

加速科研创新与产业发展同频共振

2025年3月21日，工程院“中油工研”技术产品品牌正式发布，10项创新成果集中亮相，涵盖高端装备、尖端工具、核心助剂和工业软件等关键领域，向行业展示了中国油气工程技术的硬核实力。

“这些品牌化、体系化产品，大幅提升了作业效率与安全保障能力，为重点井打成打好、提速提效提供了保障。”工程院江汉机械研究所总经理谭多鸿表示。

5年来，工程院打造系列优势特色技术产品，技术从单一突破到形成七大类别，产品从个别发展到集成配套，覆盖了“基础研究—技术攻关—工程应用”全链条，形成了“研发一代、储备一代、应用一代”的良性循环。

5年来，工程院构建了EISC数字化管理平台，钻井主要事故复杂报警成功率达87%，连续管安全服役寿命提高20%；定型12种尺寸28个型号的高端PDC钻头，在国内国际市场应用近700井次，进尺超过35万米。精细控压钻井及配套技术在国内推广应用，有效支撑渤海湾、南海等海洋复杂地层的钻完井作业……

使命在肩，创新不止。为了将能源饭碗端得更牢，工程院以及石油科技工作者们已将目光投向更远的前方，在油气勘探开发的新征程上，继续书写科技传奇。

■ 石油海外

◆ 中国石化科威特南部钻井大包项目全面启动

本报11月25日讯，近日，中国石化科威特南部钻井大包项目第五部钻机顺利开钻，标志着该项目全面启动，迈入规模化施工与运营阶段。以此项目为契机，中国石化完整钻井工程技术服务链成功进入中东高端油服市场，石油工程海外业务发展迈入新阶段。

该项目由国际石油工程公司组织运行，中原石油工程公司、经纬公司、石化机械和石油工程相关地区公司多方联动，构建设计、施工、保障全链条执行体系。在项目启动环节，国际石油工程公司统筹钻机整修、装备配套等重要工作，实现4部钻机3个月内快速启动。针对科威特南部油区特点，技术团队量身定制施工方案，为后续高效施工筑牢根基。

截至目前，该项目已完成8口井施工任务，单井施工时效均达到科威特石油公司优秀钻井指标要求，其中4口井创区域同类型钻井指标纪录。

◆ 石油工程设计公司：三维培养精准赋能海外青年员工成长

本报11月27日讯，“装置参数一切正常，运行稳定！”11月17日，哈萨克斯坦热特拜油田运维人员从容地通报现场情况。看到首套水力旋流除砂装置平稳运转，石油工程设计公司青年技术骨干孙健终于放下心来。三年半内四次赴哈调整设备，他的成长之路正是该公司海外青工“筑基—护航—沉淀”三维培养体系精准赋能的成果。“这套创新模式成功助力青年员工在实战中成长成才，为海外业务高质量发展筑牢人才根基。”石油工程设计公司工会主席毛丛友谈及海外青工培养时说道。

近年来，该公司为选派到海外项目的青年员工量身打造培养方案。2023年3月组建赴哈团队后，该公司组织技术骨干帮助青年员工梳理核心术语的当地表述，力求技术指令传递“零偏差”；通过文化课程讲解中亚地区风俗禁忌，规避跨文化沟通风险；两位副总师专家带领团队在装置试运行车间逐项检验30余个关键部件，模拟10种极端工况处置，提前备好3套应急方案。“公司的培训课程和实战训练迅速提高了我的业务能力，成为我在海外顺利开展工作的底气。”孙健说道。

该公司还面向外派青年员工实施“双师护航”机制，由两位副总师专家担任孙健的导师团，每周两次固定视频指导，突发问题“秒响应”，帮助他切实解决难题。有一次因原油黏度骤增导致参数失配，流量波动超20%。孙健紧急反馈情况后，导师团连夜调取国内预演数据，视频指导调整旋流角度与进料压力，三天内顺利恢复装置稳定。“双师护航”机制成为海外青年员工攻坚克难的“定心丸”。

该公司还鼓励青年员工回国后总结沉淀海外经验，组织分享交流，形成“一套项目技术台账、一个跨文化沟通案例展示、一节实操教学小课”的“三个一”特色品牌活动。孙健回国后不仅系统整理了设备安装阶段“分步教学+现场示范”的效率提升技巧、投产阶段砂粒沉积处置方案，还将工作经验总结为《热特拜油田水力旋流除砂装置服务实操

指南》，其中“设备调试三维排查法”被纳入专业核心培训课程，成为待外派青年员工的必学内容，许多青年员工也将这些经验应用在自己的工作中。该公司青年化学工程师廉鹤参与沙特阿美油气区块CCUS项目研发时，结合孙健分享的“海外技术本土化适配法”快速破解设备适配本土工况的难题。“海外经验分享带给我很多灵感，帮助我解决了各种难题。”廉鹤说道。目前，公司累计总结海外项目案例46个、实操技巧28项，实现“个体突破—集体升级”的链式反应。

经过8年实践，石油工程设计公司海外青工“三维培养”体系日趋成熟，这套全链条模式帮助近40名青年员工在乌干达、沙特等海外项目中成长成才。一批批青年骨干员工在精准培养与海外实践中担起重任，为海外市场高质量发展注入源源不断的青春动能。



◆ 南京工程：融合破壁、打造海外标杆工程

本报11月27日讯，11月9日，沙特朱拜勒工业区，南京工程公司EPC总承包的沙特Amiral项目完成首个建筑单体——中央控制室的墙板装配工作。这标志着该项目在模块化施工方面取得实质性进展，也为后续标准化、智能化建设积累了可复制的技术经验。

随着详细设计阶段收尾，现场施工将全面铺开。Amiral项目启动以来，团队通过技术融合破解工程难题，借助管理创新提升执行效率，依托文化交流凝聚团队力量，在共建“一带一路”实践中持续推进海外标杆工程建设。

一、经验融合，共绘一张图

作为沙特阿美与道达尔能源共同投资的世界级项目，Amiral综合体建设对参与方的设计能力与管理水平提出了极高要求。面对业主指定的国际设计分包商美国KBR公司，项目团队曾倍感压力。“KBR是国际知名工程公司，对设计标准和流程极其严苛，这给我们的沟通与适应带来了挑战。”设计经理林先平回忆道。公司项目管理部主动加强与合作方的融合，系统梳理国内外EPC项目经验，修订发布《总承包项目设计优化管理办法》，内容涵盖14个专业共75项内容，汇编150个典型案例，成为设计团队与合作伙伴高效对接的实操指南。

在覆土子弹罐这一核心设备的设计过程中，双方密切协作、优势互补。KBR在沟通中展现出雄厚的工程实力，中方团队则立足实际，提出“选材优化、规范适用、结构改进”三大优化方向。“通过一系列合作，我们及时沟通、充分发挥彼此优势，共同攻克了一道道难题。”设备专业负责人陈中书说。面对复杂工况，团队创新提出采用高强度钢材，独立完成多项核心参数的核算与验证，精准定位每台罐体的设计关键。团队还自主开发了覆土子弹罐载荷计算程序，在不同地质条件下实现设备载荷的精准快速计算，从根本上提升了设计质量。

得益于项目部的创新管理实践，联合设计仅用时5个月就完成了27台覆土子弹罐的详细设计。“中方团队的专业精神和协作态度令人印象深刻。我们从‘各具经验’到‘同心协力’，这种转变是项目成功的关键。”KBR项目代表拉菲克表示。

融合不仅提升了设计质量，更催生了创新成果。团队对消防泡沫系统、管廊布置等进行专项优化，节约投资逾1000万美元。基于此次成功合作，在后续承接的沙特阿美压缩机更换项目中，南京工程公司再次选择KBR作为联合设计方。“良好的合作是信任的基石，”项目经理沈超说，“真正的共赢源于深度的融合。”

二、资源融合，共下一盘棋

10月的沙特热浪渐消，Amiral项目营地篮球场上，刚结束的友谊赛收获了大家的掌声。施工部负责人马洪瑞与土建分包商员工张宁同队作战，在球场上默契配合。“在会议室里我们为了共同推进项目建设激烈讨论，但在赛场上我们是最默契的队友。”张宁一边擦汗一边笑着说，“项目建设也是一样，个人能力再强，没有团队之间的配合也无法获胜。”这正是项目部推行“一级管理模式”的生动写照。

该模式打破传统EPC项目总包与分包的壁垒，构建权责清晰、利益共享的“大项目部”，将分包商负责人与技术骨干纳入统一管理体系。“角色转变带来了关系转变，我们与分包商的协同工作效率得到了提升。”沈超介绍道。联合办公机制使得问题能在现场快速解决，联合安全质量小组执行统一标准，有效降低了沟通成本。

随着管理模式的改变，资源整合也更彻底。项目部建立了大型机械的共享资源池，实现了设备的高效调度，为创效进一步挖潜赋能。对大宗材料实行集中采购，并依托公司中东采购组的批量优势和框架协议，实现成本有效管控。沈超表示：“采取这一管理模式后，我们资源共享、目标一致，齐心协力保障项目成功。”深度融合的管理模式不仅助力项目节约综合成本逾5%，而且以高效的执行力赢得了业主的信任。“在海外复杂项目推行这种模式，考验的是团队沟通与协调能力。”沈超说，“业主的信任是对我们管理能力的最大认可。”

三、发展融合，共建一个家

夕阳西下，沙特籍员工米歇尔和他的中国师傅叶勇仍在现场仔细核对受限空间救援方案。加入公司5年来，这位28岁的青年已从普通的安全员成长为能熟练指挥高空救援、心肺复苏等专业流程的应急响应队长。

作为沙特阿美首个要求承包商组建专职应急响应团队的项目，Amiral对安全管理执行极严苛的标准。在每项高风险作业开始前，米歇尔与队员必须完成全流程救援演练，确保每个环节都精准可靠。“在实践中，师傅教我的不仅是操作流程，更是风险研判和方案制定思路。”米歇尔说。项目部推行技术赋能计划，为沙特籍员工构建了从基础技能到专业管理的完整培养体系。同时，通过定期举办文化交流活动、组建跨文化“技术攻坚小组”，使中外员工在教学相长的氛围中共同成长。

“在工程项目中，个人能力始终有限，团队的力量才是关键。”对此，米歇尔深有体会。在他带领下，一支全部由沙特籍员工组成的救援队率先通过业主考核。2024年4月至今，他们累计开展各类专业培训63人次，完成专项应急演练10余次，成为现场应急保障的中坚力量。

项目部还与沙特政府认可的第三方机构合作，实施从基础到专业的进阶培养。目前，Amiral项目30%的员工来自当地，安全、技术等关键岗位均实现属地化配置。

与中国同事的朝夕相处，让米歇尔在情感上产生了深度共鸣。工作之余，他也爱上了中国文化，时常在网上浏览与中国、中华文化相关的视频。“中国同事敬业的工作态度、过硬的技能水平，还有专注执着的精神时常感染着我，也激励我在本职岗位上不断突破自我。”他笑着说，“我们在这里构筑的不仅是一座工程，而且是人与人之间真挚的情谊。”

◆ 经纬公司：科威特钻井大包项目首个丛式井组顺利完钻

本报11月20日讯，近日，由经纬公司胜利定向井公司提供技术服务的科威特钻井大包项目3号丛式井组顺利完钻。作为中国石化定向井技术首次进入科威特后的首个丛式井组施工工程，其钻井时效均达到甲方优秀标准，为项目后续推进奠定坚实基础。

该丛式井组由两口定向井构成，胜利定向井项目团队锚定“效率领先、质量过硬”目标，开工前多次组织集中讨论，对项目首口井的施工数据、技术难点、工况适配情况进行系统性复盘总结，并结合3号井组的专项施工设计提出优化方案。优化后的方案有效降低了井下复杂风险，实际应用效果远超预期目标。项目团队在此次丛式井组完钻的基础上，持续开展施工过程复盘，进一步优化技术方案与资源配置，扎实推进后续井组作业，为深耕海外市场做好经验积累和技术储备。

◆ 联合石化：英国公司获“人民币贸易融资创新奖”

本报11月20日讯，近日，联合石化英国公司因在跨境能源贸易中积极推动人民币国际化、探索金融创新方面作出突出贡献，在中国银行“人民币国际化路演（伦敦站）”活动暨“人民币产品与项目奖”颁奖仪式上获“人民币贸易融资创新奖”。

多年来，联合石化英国公司坚持以贸易带动金融创新，率先在跨境能源贸易中拓展人民币结算及融资的应用场景，持续提升资金效率与风险管理水平。据悉，这是中国银行首次设立并评选该奖项。本次获奖体现了外部金融机构对联合石化英国公司扎实稳健的财务管理能力以及良好的跨境资金运营水平的高度认可。

◆ 联合石化：中标德国汉莎航空航煤供应长约

本报11月24日讯，11月17日，联合石化成功中标德国汉莎航空公司航煤供应长约。根据协议，联合石化将每年向该公司位于比利时和德国的多个机场供应约6万吨航煤。

目前，联合石化已实现西欧核心航空枢纽及北非支点（摩洛哥）的航煤与生物航煤供应全覆盖，航煤与生物航煤供应量连续4年突破500万吨/年。今年以来，生物航煤单个品种销量已达12万吨。与欧洲最大的两家航空公司——德国汉莎航空、荷兰皇家航空签订供应长约，成为欧洲主要机场和航空公司航煤最大的中资长约供应方。

◆ 起运公司：在阿布扎比举办成立十周年推介会

本报11月20日讯，近日，起运公司在阿联酋首都阿布扎比举办公司成立十周年全球

客户答谢暨推介会。中国驻阿联酋大使馆、中国石化中东代表处和非洲代表处负责人，以及全球化工、新能源领域近200名客户代表齐聚现场，见证起运公司十年来的发展成果。

起运公司在本次推介会上系统回顾了十年来的发展历程，展望了全球化前进方向，并重点推介了由该公司与徐工集团联合研发的中国首创、全球首台14000吨级环轨式起重机，展示了中国高端装备制造的技术实力与创新成果。多年来，起运公司秉持开放包容、务实笃行的理念，在国际化经营中彰显中国企业参与全球产业协作的责任担当，与全球合作伙伴共同推动行业高质量发展，为中资企业全球化发展提供了典型实践案例。

◆ 起运公司：4000吨级履带起重机在沙特首次吊装成功

本报11月27日讯，近日，起运公司4000吨级履带起重机在沙特顺利完成首台塔器吊装作业，1065吨碱洗水洗塔精准就位。中国石化中东代表处、炼化工程集团沙特公司、南京工程公司、徐工集团等单位代表现场观摩。

自2025年2月起，起运公司项目组赴韩对接技术细节，优化吊耳设计，定制专用工装，并组织操作手培训，攻克一系列难题，全员一次性通过理论与实操考试，为项目安全高效推进提供坚实保障。为减少现场作业影响，团队创新采用“堆场预组装+现场迁移”模式，高效完成4000吨级履带式起重机的现场组装与测试，其卓越表现获得业主的高度认可与积极评价。

此次吊装彰显了起运公司在超大型设备吊装领域的专业实力，进一步提升了其在中东工程领域的品牌影响力。项目团队将以此为起点，稳步推进大型设备安装，保障项目按期交付。

◆ 中国石化携手铺就非洲工业化发展之路

本报11月20日讯，11月20日是第36个非洲工业化日。多年来，中国石化在非洲这片热土积极开展国际能源合作，助力当地基础设施建设，将发展的种子播撒在广袤的非洲大陆，与各国伙伴共同绘制了一幅携手共进的工业图景。一口口油井成为深植大地的根须，为工业发展提供养分；一座座路桥化为坚韧的藤蔓，串联起区域经济的脉络；一条条公路如蜿蜒的叶脉，将繁荣传递至乡村角落。在与非洲各国共建共赢的进程中，中国石化成为当地工业化发展重要的同行者，以专业实力筑牢发展根基，用创新技术激活产业动能，让能源合作项目和“小而美”民生项目成为非洲国家经济社会的坚实基石。

“中国的五年规划体现了卓越的战略远见和治理能力。我见证了中国石化在清洁生产、绿色环保等领域的发展成果，也看到了中国从‘世界工厂’转变为‘全球创新中心’的非凡变化。期待中国在下一个五年带给世界更大的惊喜。”结束在北京的行程、即将返回沙特之际，来自中国石化中东研发中心的工程师阿卜杜拉·格雷奇深有感触地表示。

11月4日，由集团公司党组组织部主办、石化管理干部学院承办的2025年优秀国际员工文化融合研修班圆满落幕，15位来自世界各地的国际员工结束了为期15天的中国之旅。从培训课堂的案例展示到业务现场的实景参观，从丰富多彩的文化活动到历史古迹的亲身体验，大家在学习交流中加深了对中国石化的认同和对中国的好感，留下文化交融与专业探索的难忘记忆。

本次培训正值“十四五”收官之际，这些来华培训的优秀国际员工接受了中国石化报社记者团队的采访，分享了他们在“非凡五年”与中国石化携手共进的经历与感悟。

一、“知之者方爱之”跨越国界的归属认同

“中国石化是我职业生涯中首家跨国企业，很庆幸能成为公司团队的一员，”来自燃料油斯里兰卡公司的阿黛琳笑着说。她的归属感和认同感源自中国石化对员工发展的高度重视，她介绍道：“公司采用全员上讲台、岗位培训等方式支持员工成长、促进团队融合，我在学习实践中积累了宝贵经验，感受到自己与公司的共同成长。”

这份信任和理解也根植于国工厄瓜多尔子公司高级律师亚历山大·罗梅罗心中。2010年加入中国石化以来，他见证了公司在厄瓜多尔的快速发展，也感叹于中国的现代化巨变。“十年前我曾来过北京，这期间中国的发展速度令人瞩目，道路越来越宽阔，随处可见绿色低碳的电动汽车。绿色环保不是一句口号，而是中国企业和中国人民的具体行动。”谈及自己的“中国记忆”，亚历山大由衷感慨道。

作为在中国石化工作了十余年的资深员工，亚历山大积累了能源领域的工作经验，并结合自己的法律专业特长持续学习提升。“中国石化帮助我实现了自我价值，让我成为更优秀的律师。”回望职业历程，亚历山大的嘴角漫起笑意，“有一句西班牙谚语‘知之者方爱之’，中国石化尊重不同国籍员工的文化背景，帮助我们加深对彼此的理解，在交流和融合中实现高效协作。”

二、“历史与现代的交融”穿越古今的文化之旅

站在前门城楼之上远眺高楼林立的CBD商务区，古老的文化风骨丰富了现代的城市肌理。当阿卜杜拉穿上中国传统服饰，感叹于刺绣纹饰的精美与韵味；走进非遗漆扇馆，体验传统的手工技艺；来到前门城楼上，看到古代建筑的飞檐翘角与远处“中国樽”的玻璃幕墙交相辉映，他不禁由衷称赞：“中国文化实在是博大精深！”

游故宫、登长城，国际员工们在一砖一瓦间感受中国传统文化的传承；学书法、写汉字，互动式的课堂活动让大家在一笔一画间体会中国文字的魅力；包饺子、做月饼，他们从舌尖上的美食体验多姿多彩的中国文化。“我对故宫慕名已久，这次中国之旅让我身临其境地见证了中国城市的独特魅力与历史文化的深厚沉淀。”来自炼化工程集团海外项目的行政主管娜斯佳赞叹道。

飞驰的高铁、快捷的移动支付和外卖闪送服务……高效便捷的现代化生活方式与充满科技感的智能应用同样令国际员工们耳目一新，在中国的所见所闻也成为他们跨越国界、友好交流的记忆载体。“中国真是一个令人惊喜的国家，回家后我要把这段难忘的经历分享给我的家人朋友！”胜利石油工程公司土库曼斯坦项目部的工程师帕拉哈特笑着坦言。

三、“绿色与发展的承诺”连接山海的责任担当

走进胜利油田CCUS（碳捕集、利用与封存）项目现场，一排排储罐展示着科技赋能绿色发展的实践成果；漫步燕山石化牛口峪湿地公园，苍鹭、黑鹳等珍稀鸟类欢快地迎接着远道而来的国际客人；步入石科院研发中心，一幅能源科学画卷在大家眼前徐徐展开。在研修班形式丰富的实景课堂上，国际员工们体会到中国石化“能源至净，生活至美”的郑重承诺与生动实践。“在这里我见识到世界领先的CCUS技术，也对炼油企业的废水净化工艺十分感兴趣。中国石化在绿色低碳发展领域的实践成果让我印象深刻。”来自工程建设公司沙特分公司的财务专员阿卜杜勒拉赫曼参观后表示。

除了绿色低碳实践和科技创新成果，中国石化成熟的管理模式也吸引了国际员工的关注。在石工建沙特MGS管道项目人力资源经理伊萨·阿尔穆泰里眼里，无论是万米深地钻井、炼化用水净化等创新技术，还是严密完善的管理流程，都是中国石化深厚积淀的体现。他回想起2016年加入石工建时，公司在沙特的当地员工还寥寥无几。如今的MGS管道项目已有超过500名沙特员工，为当地提供了大量就业岗位，并带动了周边经济发展。“中国石化是一家目光长远的公司，为沙特经济发展赋能，为当地人民提供发展机遇。在这样一家有责任心的公司工作并不断进步，是一件幸福的事。”伊萨认真地说道。

采访期间，国际员工用真切的感觉和真诚的话语，勾勒出富有活力的中国、充满机遇的中国石化。石化管理干部学院自2010年起承办中国石化优秀国际员工系列培训，至今已举办18期，培训国际学员近420人。一批批优秀国际员工跨越山海来到中国，通过理论课程、企业实践和文化交流，沉浸式见证中国能源产业的转型升级，感受中国石化“为美好生活加油”的履责担当。“我们通过‘知察悟行’的培训路径帮助国际员工全面了解企业、助力跨文化融合，为公司国际化业务注入源源不断的‘心’动力。”石化管理干部学院国际化经营培训部教师林雪介绍道。

◆ 中国石油——第三届中东碳酸盐岩油藏稳油控水技术

国际研讨会举办

中国石油网11月24日消息，（记者 王汐 通讯员 戴军文）11月19日至20日，中国石油迪拜研究院在迪拜举办第三届中东碳酸盐岩油藏稳油控水技术国际研讨会。会议旨在促进全球前沿技术与区域实践深度融合，进一步提升中国石油在中东的科技影响力与品牌形象，助力中东油气行业智能、高效和可持续发展。

本次会议以“创新与可持续解决方案”为主题，针对中东碳酸盐岩油藏开发中面临的储层非均质性强、动用程度低、开发效果差异大等共性挑战，深入探讨技术创新和解决方案，推动中东地区的油气科技交流与油田业务深度融合。大会设置跨行业协同、智能水驱、水驱优化与调控策略、调控技术、数字化创新及应用5个专题，共安排22场技术报告。

与会代表围绕人工智能与物联网、先进化学剂与聚合物应用、自适应控制系统等新技术在稳油控水及油藏增产中的应用展开深入交流，分享现场实践经验与创新成果。

自2023年起，迪拜研究院已连续3年举办该系列研讨会。本次会议邀请了来自中国石油、阿布扎比国家石油公司、科威特国家石油公司、伊拉克巴士拉石油公司、斯伦贝谢、哈里伯顿、哈里发大学等近20家国际知名能源公司、大学、科研院所及油服公司的近120位专家学者与技术骨干参加。

◆ 华油集团：积极参与国际志愿服务活动

中国石油网11月26日消息，11月23日，记者从华油集团中东分公司获悉，在第八届阿联酋NBD团结跑志愿服务活动中，该分公司圆满完成了赛事服务保障任务。

活动期间，华油集团中东分公司青年员工坚守岗位，不仅以细致周到的服务全力保障赛事需求，而且主动为参赛选手加油助威，营造了团结友爱的竞赛氛围。在服务过程中，青年员工与来自世界各地的志愿者及参赛者亲切交流、友好互动，展现出中国青年开放包容、乐于奉献的精神风貌，让各国参与者对中国企业和中国青年有了更直观、更深入的认识。

作为阿联酋具有广泛影响力的体育盛事，本届活动以“行走、奔跑，为了多元中的统一”为口号，与阿联酋“社区年”主题紧密呼应，体现了当地加强社会凝聚力、推广志愿服务精神、促进全民包容发展的决心。

近年来，华油集团中东分公司积极践行企业社会责任，多次参加当地各类公益活动的志愿服务工作。同时，依托资源优势和良好的市场口碑，在中东地区逐步形成了以“阳光服务”为核心的综合后勤保障体系，打造出“可托付、可信赖”的品牌形象。

◆ 昆仑物流：累计向蒙古国配送成品油1.2万吨

为拓展两国能源物流合作奠定基础

中国石油网11月25日消息，11月20日从昆仑物流公司了解到，这个公司已完成在蒙古国塔克什肯口岸18车次成品油的全部报关手续，并顺利运至蒙古国外商处。从今年3月至今，这个公司已累计向蒙古国配送成品油1.2万吨。

今年年初以来，昆仑物流紧盯乌石化涉外运输生产物流项目，专门成立业务洽谈专班，通过高频次、多角度的深度对接，最终成功承揽蒙古国成品油跨境运输任务，为拓展中蒙能源物流合作奠定了坚实基础。

成品油作为特殊物资，需在短时间内完成通关核验等一系列复杂流程。昆仑物流在接到这次任务后第一时间就成立了专项工作小组。这个公司主动打破壁垒，与海关部门携手构建“政企协同”工作机制。一方面，充分依托国际贸易“单一窗口”平台的数字化优势，提前完成报关单证资料的梳理、核对与预审；另一方面，严格遵循海关“两步申报”改革优化要求，安排专人对申报信息进行精细化填报、多轮次复核，创新采用“提前预审、随到随办”的作业模式，有效压缩了通关时间。

在运输保障方面，从众多候选人中精选出20名驾驶技术精湛、具备丰富长途运输经

验的驾驶员，并组织开展专项培训；提前对所有运输车辆进行全面检查与深度维护；组织专业团队开展线路勘察，编制多套应急预案。运输途中，安排专人跟车随行，与途经的交管部门、政府机构、物流合作伙伴保持实时沟通。同时，24小时实时掌握车辆位置、行驶状态及驾驶员情况，实现对运输全过程的动态管控。

◆ 乍得公司：完成今年本地化员工职业技能培训项目

中国石油网11月25日消息，11月14日，在玉门油田国家级高技能人才培训基地，中国石油乍得公司炼油项目41名乍方员工全部通过相应专业技能鉴定考试，获得集团公司职业技能等级初级工证书，标志着乍得公司2025年本地化员工职业技能培训项目圆满收官。

今年，乍得公司累计选派3批共107名乍方员工赴玉门油田参加培训。培训以“实用、实战、实效”为原则，采取师徒结对方式，针对管理能力提升、岗位操作技能培训、HSSE强化培训、炼油化工中文等6个模块开展培训学习和考核评价。

在上游项目培训中，乍得公司根据3类不同岗位核心需求，实行分类分层精准滴灌式赋能提升。针对管理岗位，设置了标准化管理和领导力提升等课程；针对班组长岗位，开展现场管理、应急救援等培训；针对普通一线操作岗位，设置职业技能等级认定、操作岗位安全培训、急救认证。

在炼油项目培训中，乍得公司建成了1比10微缩模拟实训装置，打造出集“全流程、全场景、全要素”于一体的炼化仿真培训基地，让学员沉浸式掌握工艺开停车、隐患排查、事故应急的能力。值得一提的是，培训期间，4名电修专业学员在世界职业院校技能大赛（国际组）中获得铜奖。

近年来，乍得公司积极响应“中非人才培养合作计划”，将中国石油职业技能标准引入海外项目，建立了具有“针对性、实操性、技术性”的国际化培训体系，先后选派186名乍方员工赴华培训，成效显著。

◆ 鲁迈拉公司：实施修旧利废专项行动

以旧电缆为突破口深挖降本增效潜力

中国石油网11月25日消息，今年年中以来，鲁迈拉公司大力实施修旧利废专项行动，取得显著成效。截至11月19日，已建立修旧利废管理相关规范，完成了5口井旧电缆的回收。新电缆短截（整圈电缆的剩余部分）将用于2口新井，为公司的可持续发展注入绿色动能。

在鲁迈拉油田作业区，电缆是保障井下电泵机组电力稳定输送的关键材料，消耗量巨大且价格高昂。通常电泵井作业起出来的旧电缆及新电缆短截往往被列为待报废物资。鲁迈拉公司转变思路，让这些“沉睡”的资产“苏醒”。

经过相关部门人员数十次的交流讨论，公司电泵管理团队牵头建立了规范的新电缆

短截利用和旧电缆回收检测与分类流程。根据规范流程，专业技术人员对旧电缆进行严格的绝缘性能、导电性能及外观完好度检测后，将其分为可直接复用、维修后可用及不具备利用价值等等级。对于不同等级的旧电缆，采用相应的方法进行修复处理，经检测合格后入库待用。目前，对新电缆短截的利用和旧电缆的回收利用取得了初步成效，并在持续推进中。下一步，公司将进一步深化修旧利废行动。

修旧利废行动是鲁迈拉公司向管理要效益、以技术挖潜力的一次生动实践，是推动生产方式向绿色、循环、低碳转型的战略举措，培育了全员厉行节约、精益管理的企业文化。

◆ 中油国际管道：奏响冬季保供“三重奏”

中国石油网11月25日消息，11月17日，中哈天然气管道霍尔果斯计量站完成“一般性维修+目视化”综合改造，既消除了多项安全隐患，又提升了站场标准化水平。

这是中油国际管道公司以“设备焕新”夯实保供根基的缩影。目前，这个公司围绕设备焕新、数字赋能、跨国协同三大举措，全面推进冬季保供攻坚，守护跨国能源通道畅通。

中油国际管道公司各海外项目以“预防性维护+精准改造”破解极寒难题，确保核心装备可靠运行。


哈萨克斯坦南线天然气管道提前处置多起传感器故障等核心设备异常，避免了压缩机组非计划停机，压缩机组与燃气发电机组可靠性均达99.98%；完成15处管道缺陷修复，全链条消除隐患。中乌天然气管道更换了5台内漏阀门，对9台Solar机组优化“短时停电不停机”逻辑，降低冬季降量风险30%以上。中缅油气管道投用2座大修储罐，完成6台燃气发电机5万小时大修和7台泵机组维保，保障核心设备应对高负荷运转。

中油国际管道公司以数字化转型突破效率瓶颈，丝路国脉“智能调控”技术3个版本梯次构建智能体系：1.0版本上线，结合管道运行场景及大数据，公司首个机器学习技术应用其中；仿真验证版已完成70%开发，“智能调控”模块可自动演算优化方案；最终应用版已启动开发，将融合国产SCADA系统实现能耗实时监控与调整建议推送。

中哈天然气管道完成BVS57至霍尔果斯计量站光通信系统DWDM升级改造工作，实现了全线光通信系统全面升级。哈国南线天然气管道构建三级输差管控机制，优化PPS系统。中乌天然气管道推进SDH升级与工控安全建设。中缅油气管道完成19台流量计校准。

面对跨国运营难题，中油国际管道公司以跨国协同破局。哈国南线天然气管道依托四国协调机制，自5月起向巴佐伊储气库注气，构建双气源联动。中哈天然气管道建立备件调配机制，配送5023根压缩机滤芯，完成润滑油分配。中缅管道组织了15名缅甸籍员工的培训工作。

下一步，中油国际管道公司将继续围绕设备焕新、数字赋能、跨国协同三大举措，持续深化冬季保供各项工作，让中亚、中缅能源通道成为“一带一路”上温暖可靠的民


生保障线。 

◆ 阿布扎比公司：无钻机化学堵气技术应用获成功

中国石油网11月25日消息，11月15日，从中国石油阿布扎比公司陆上项目NEB油田传来消息：中国石油在该油田推广的首项特色技术“无钻机化学堵气（SIGSHOT）”，自去年12月成功应用以来，首口试验井气油比稳定下降超30%，日增油140吨，累计贡献原油超2.6万吨，为油田增产稳产提供了有力支撑。

2022年，阿布扎比公司深入现场开展技术评估，识别出部分井因气油比偏高影响正常生产。围绕这一关键课题，阿布扎比公司联合西南石油大学、长城钻探等单位，对NEB油藏的地质特征、开发生产动态、产液剖面及井身结构进行了系统分析。随后，技术团队针对NEB油藏高温高盐、水平井产气段复杂等特点，选择无钻机化学堵气（SIGSHOT）技术进行推广应用。历经百余次的方案更新优化，最终于2024年底，选定一口试验井完成技术实施并成功复产。

为验证效果，中阿双方对该井开展了半年以上的监测，结果显示各项指标均达到预期目标。基于这一成功经验，双方决定启动后续4口井的实施。

作为ADNOC可靠的长期合作伙伴，阿布扎比公司将继续深化战略合作，积极推介中国石油在油气开发领域的先进技术，进一步拓展油气合作的广度和深度。 

◆ 工程建设公司：东非公司翠鸟油田的安全卫士

中国石油网11月25日消息，当地时间11月20日，工程建设有限公司（CPECC）东非公司安全副总监、乌干达翠鸟油田项目部总经理助理兼QHSE部经理周海彬，来到中心处理站现场参加班前会，为承包商颁发“安全月度之星”荣誉证书。

今年是周海彬在非洲工作的第16个年头。自2022年翠鸟油田项目开工建设至今，周海彬已连续3年春节在项目上度过。今年年初，翠鸟油田项目进入关键施工阶段，现场要进行暴雨池大方量混凝土浇筑。作为项目H3SE（健康、安全、安保、社会、环境）团队的负责人，周海彬几乎每天盯在现场。他督促现场配备充足的照明，协调作业许可办理，监督设备车辆安全运行等，保证了项目建设顺利进行。

“刚开始干的时候，没有太深的感受，现在越来越体会到‘一切事故都是可以避免的’。”周海彬说，“这么多年一直从事QHSE工作，越来越敬重这份职业。”

翠鸟油田项目毗邻非洲第七大湖——艾伯特湖区，环境保护责任重大。周海彬带领团队秉持“不污染湖区一山一水”的理念，组织实施废物管理、雨水收集、生活污水处理、水质检测、坑穴管理等13项环保措施，全过程把控环境风险。周海彬还定期组织环保培训，带头参加“消灭塑料垃圾”清理工作，提升员工和分包商的环保意识，推动环保理念深入人心。

翠鸟油田项目周边有3个社区，居住着1万多名当地居民。周海彬定期与社区主席沟通，倾听社区居民对项目施工建设的意见建议，积极采取措施，减少噪声、扬尘、振动

等。慢慢地，社区居民从项目的“旁观者”变为“支持者”，为项目顺利实施提供了有力保障。

在周海彬和同事的共同努力下，翠鸟油田项目实现了环境保护、社区关系、项目建设三方和谐发展，赢得了乌干达政府和当地社区的高度认可。今年1月，周海彬被中国石油非洲公司授予2024年度“社会安全先进个人”称号。此前，他曾获得中国驻乌干达使馆颁发的在乌中资企业、机构“先进个人”等称号。

阅读是周海彬的一大爱好，他的宿舍俨然一个小型图书馆。在他的引导和鼓励下，QHSE部环境工程师玛丽安、安全工程师帕梅拉、安全主管王智等陆续取得了HSE专业人员国际资质NEBOSH证书。

虽然不经常在家，但在妻子和儿子心中，周海彬也是一位有责任心、有担当的丈夫和父亲。每次休假，他都抢着做家务、接送孩子。已经上初二的大儿子，喜欢和他一起讨论数学难题；正上小学一年级的小儿子，爱缠着爸爸讲故事。

16年，近6000个日日夜夜，周海彬用脚步丈量着走过的每一个项目，用汗水守护着项目上每一位员工的安全。

◆ 管道局：建设公司SIGI河定向钻穿越纪实

中国石油网11月25日消息，当地时间11月19日，管道局建设公司东非项目定向钻施工团队组织召开专题会议，全面复盘坦桑尼亚SIGI河定向钻穿越全过程，为后续Kagera河定向钻穿越做好技术储备。

SIGI河定向钻穿越作为东非原油外输管道（EACOP）项目关键控制性工程，穿越长度1224米。建设公司项目团队历时285个日夜攻坚，创新应用42寸“管中管”穿越技术，于10月15日一次回拖成功。之后1个多月，项目团队进行了定向钻机入土点、出土点场区平整等地貌恢复工作，实现工程施工与生态保护的协同发展。

一、破解175兆帕地质迷宫

SIGI河穿越地层，埋藏着典型的高强度页岩与砂岩组合，硬度峰值达175兆帕，是一块不折不扣的“硬骨头”。项目经理孙一迪形容其为“双重陷阱”——在高围压下，它极像强韧的牛皮糖，钻头钻进去，它不破，只是变形，把钻头死死“黏”住。可一旦围压降低或碰到硬层理，它又哗啦一声脆裂，像玻璃一样碎掉，随时可能引发卡钻风险。

这种“塑性变形”与“脆性破裂”的双重特性，让施工步步惊心。进入扩孔阶段，页岩层理结构复杂，扩孔器切削下的岩体并非细小颗粒，而是片状碎块。它们混在返浆中，如同一群“拦路虎”，疯狂冲击着泥浆回收系统。“我们的心都悬着。”现场泥浆工程师回忆道，“渣浆泵的进口几乎每30个小时就会被这些碎块堵死，我们必须定期维护、清理管线，否则泵体一旦损坏，整个循环系统就瘫痪了。”

面对困境，技术员董育鸣一头扎进了数据堆里。在临时板房的灯光下，他对着首级

扩孔的上百组数据，扭矩的峰值、推力的波动……他根据钻机的实时反馈，发现每28小时周期内平均扩孔速率环比降低超过15%时，就是地层出现异常的前兆。现场团队通过精准调整扩孔节奏，同时反复进行泥浆配比实验，最终将泥浆黏度控制在既能有效挟带岩屑又不增加泵阻的“黄金区间”。这一系列精准操作，如同为钻机装上了“智慧大脑”，成功破解175兆帕“地质迷宫”。

二、创新应用“管中管”工艺

东非原油管道的结构堪称“精密仪器”：主管外壁缠绕伴热电缆与保护铝槽，外部包裹着76毫米厚的聚氨酯泡沫保温层与HDPE护套，保温层外还必须固定两条二寸光缆管。

“传统工艺在这里行不通。”现场总工程师郑德欣指着预制场地说，“回拖中哪怕有一丝刮蹭，损坏了光缆或伴热结构，价值数千万的管线就可能报废，整个工程将功亏一篑。”

项目团队展开技术攻坚，经过数十次方案论证与模拟推演，创新提出并优化了“主管与套管分开预制、地上安装、‘管中管’回拖”的技术方案，采用直径1067毫米钢套管作为“金钟罩”——先在场地将主管拖入套管，再将“管中管”整体同步回拖至钻孔内。这一工艺革新，看似只是给原油管道穿上一件“铠甲”，实则是对施工精度、控制能力和协同水平的极限挑战。

“管中管”整体重量超过1200吨，加之预制带存在地势高差、施工折角达10度以上，导致回拖阻力倍增。甲方公司要求使用30多台吊管机和一台150吨吊车协同作业，将管道吊起配合钻机回拖。为减少大规模资源调动，项目团队经过10余次建模验算，通过采用126套滑轮组建立一套助力系统，最终用验算数据赢得了甲方的认可。

回拖开始后，技术员何孟洋指挥9台吊管机协同作业，每一个抬升、每一次前移都精准同步，步调一致。连续高强度工作后，当他把指挥棒交给下一班同事时，反复叮嘱：“夜间观察条件差，一定要重点关注白天我们做好标记的那几个关键区域，千万不能大意！”正是凭借这种对细节的把控，最终将关键管道稳稳拖入预定位置。

三、全线首个“零伤害”奖

建设公司SIGI河定向钻项目团队，35岁以下青年占比超过50%，其中4名00后员工让人眼前一亮。

项目部以“课题就在现场，老师就在身边”的理念开展“传帮带”，为青年员工讲解定向钻技术、操作要点及常见问题的应对策略，再通过现场实践，快速提高青年员工的实操能力。1993年出生的司钻工王雪雷善于观察，勤于动脑，针对国外现场施工资源紧缺的问题，他通过定期倒换钻具、调整钻进参数等措施，压缩了更换钻杆的周期和成本。从哈尔滨工程大学飞行器专业毕业的00后员工董育鸣，白天跟随老师傅们熟悉定向钻技术的全流程作业，晚上从施工记录数据中分析判断地下深处钻头遇到的地质情况，逐渐练就了敏锐的洞察力。

员工技能水平的提升和创新思维的绽放，最终结出了国际认可的硕果。建设公司SIGI河团队赢得了甲方公司的认可，获全线首个“零伤害完美工作日”奖。这份荣誉是团队具有规范化施工能力与国际标准适应力的最佳证明。

SIGI河定向钻穿越工程的圆满完成，标志着中国管道建设者在东非能源通道建设中再次树立起技术攻坚与安全管理的双重标杆。

◆ 中国石油海外业务战线深入学习贯彻党的二十届四中全会精神

中国石油网11月24日消息，连日来，中国石油海外干部员工通过多种方式学习贯彻党的二十届四中全会精神。大家纷纷表示，要以全会精神为指引，将“国之大者”融入海外履职实践，为打造更加紧密的能源合作利益共同体贡献力量。

一、推进重大工程、“合”筑共赢新篇

全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》（简称《建议》）提出，“扩大高水平对外开放，开创合作共赢新局面”。消息传来，常年奋战在海外一线的石油人倍感振奋，他们服务国家大局、勇担能源使命的信念愈发坚定。

在土库曼斯坦，阿姆河公司近期捷报频传：东霍滚动开发区评价井测试获高产工业气流，B区中部气田增压工程一阶段提前投产……阿姆河公司发展计划部副经理袁海云表示：“立足海外能源一线、践行合作共赢理念，正是我们的职责所在。接下来，我们将加快推动‘十五五’发展规划落地，助力中土能源合作再上新台阶。”

在厄瓜多尔，安第斯公司坚持精细勘探与效益开发并重，原油作业产量稳步提高。谈到未来，安第斯公司计划部经理葛晓明充满期待：“公司将加快推进数字化油田建设与雨林绿色作业技术攻关，深化与当地的多元合作，实现互利共赢共同发展。”

“高质量发展”这一《建议》中的高频词，为广大海外石油人指明了实干方向、注入了奋进动力。阿克纠宾公司生产部工程师汪大海在学习笔记中写道：“优化好每月的注水效果，跟踪好每一口井的增产施工，就是把高质量发展落到细微处。”莫桑比克公司工程建设部经理孙晓丰在集中学习后表示，我们将以国际高端合作为基础、关键技术突破为支撑，塑造高质量发展新优势。

风劲好扬帆，奋进正当时。展望“十五五”，中油国际公司表示，将锚定“一个目标”，围绕“双核要求”，立足“三大定位”，突出“四个创新”，推动“五大工程”，深化资产结构、业务结构和区域布局优化，突出抓好“勘探、天然气、作业者项目、业务集中度、比较优势和风险防控”六个方面的工作，保持海外油气权益产量亿吨规模效益发展。

二、深耕科技创新、“智”绘能源蓝图

数字技术已成为驱动高质量发展的战略引擎。全会对“深入推进数字中国建设”提出了明确要求，让中国石油海外业务坚定了以数智技术赋能国际能源合作的信心。

在中油国际管道调控中心内，覆盖6个国家、总里程超1.1万公里的跨国管网数据在大屏幕上昼夜流转。“全会强调要深入推进数字中国建设，我们的海外实践已经走在路上。”中油国际管道公司信息中心主任王铁介绍，“公司自主研发的‘丝路国脉’数字化平台，实现了工程建设、生产运行等八大模块协同运作，过去需多岗位8小时完成的分析，如今3分钟即可生成报告。”

工程建设公司同样以数字化赋能管理升级。该公司研发的具有自主知识产权的“Smart Project管理平台”，成功通过阿布扎比国家石油公司（ADNOC）的认证许可，并在10余个项目上线应用。谈及“中国智造”，该公司海湾地区公司执行董事、总经理朱健难掩自豪：“业主称赞我们的智慧管理系统较此前西方公司的产品更简洁高效。未来，我们将继续发挥‘中国智造’的优势，为业主带来管理效能的飞跃。”

业务规模连续10年稳居全球物探行业首位的东方物探公司，也以技术突破持续刷新“中国智造”的海外影响力。其拥有完全自主知识产权的超大型地震数据处理解释一体化软件GeoEast，已跻身全球三大主流物探软件之列。“我们将用好自主研发的GeoEast、KLSeis2025等先进软件产品和AHV、EV系列可控震源等‘智慧利器’，为合作国提供更优质的油气勘探解决方案。”东方物探公司阿联酋项目部经理任爱京在学习全会精神后表示。

三、共享发展成果、“惠”泽丝路万邦

全会提出“与世界各国共享机遇、共同发展”，这一理念深深印在每位中国石油海外员工心中。他们深刻认识到，唯有让建设成果惠及更多国家和民众，才能更好地服务高质量共建“一带一路”。

坚持“在保护中开发、在开发中保护、环保优先”原则，中国石油用绿色理念架起民心相通的桥梁。在中东，哈法亚天然气处理厂为当地提供清洁能源，助力伊拉克完善能源供应结构，惠及当地民众；在中亚，奇姆肯特炼厂采用世界领先的清洁生产工艺，成为当地生态保护的典范；在非洲，乍得公司构建废弃物“一站式”闭环管理体系，实现资源高效利用与废弃物无害化处理的双重目标。“未来，我们还将探索油气与光伏等新能源融合发展的有效路径。”在乍得公司计划部经理陈亚强眼里，中乍能源绿色合作前景可期。

国际事业公司加速从单一传统能源贸易向“多种化石能源+碳中和+绿能、绿矿业务”转型——完成全球首份长约形式的碳中和LNG贸易，新能源贸易覆盖生物柴油、生物航煤等品类，积极布局绿色甲醇、氢氨贸易及加注业务，经营管理全球1800万吨规模的碳资产池……一系列显著成效的背后，是中国石油为全球能源绿色转型持续贡献力量的坚定步伐。

作为深耕欧美市场的重要力量，欧洲北美公司结合区域低碳转型需求明确行动方向。

其相关负责人表示，将统筹协调域内项目，加快培育新动能，做新上游、做新科研、做新贸易，积极布局“双碳三新”业务，有力契合全球绿色低碳转型趋势。

以心相交，成其久远。中国石油始终以共商共建共享理念贯穿海外实践。鲁迈拉公司不仅为当地员工提供多领域的专业培训，助力当地员工成长为企业骨干，而且设立专项教育基金，资助当地优秀贫困学生完成学业，真正实现了项目扎根当地、发展惠及民生。

中亚俄罗斯公司统筹协调域内企业开展助学兴教行动，参与社区环境整治、道路修缮等民生工程，用实际行动拉近与当地民众的距离。全会释放的开放合作信号，让当地员工对这份跨国合作有了更深的期待。该公司哈萨克斯坦员工江·赛力克表示：“中国扩大制度型开放的承诺，让身在‘一带一路’首倡之地的我们对未来的两国能源合作更有信心。”中亚俄罗斯公司总经理助理兼综合管理部主任宋国华则回应期待：“我们将以实际行动践行中国—中亚峰会精神，让合作成果惠及更多民众。”

■ 非常规油气及勘探技术

◆ 国内首批油气行业CCER方法学正式发布

11月24日讯，11月21日，国家生态环境部、国家能源局联合印发由西南油气田公司牵头编制的《温室气体自愿减排项目方法学 陆上气田试气放喷气回收利用

(CCER-10-003-V01)》。该方法学与海上油田伴生气回收利用方法学和陆上油田低气量伴生气回收利用方法学共同构成了国内首批石油石化行业温室气体自愿减排方法学，填补了国内油气行业CCER（中国核证自愿减排量）方法学的空白，系统解决了试气阶段碳减排监测核算与核证问题，标志着我国油气行业温室气体排放管控迈入以市场机制驱动技术创新的新阶段，为企业开发碳资产、申请核证自愿减排量、参与碳市场交易打通关键路径。

试气放喷是天然气勘探开发中必不可少的环节，将传统通过点火燃烧完成放喷测试的天然气处理成可利用的产品，可有效减少温室气体排放，对支持我国天然气开采行业绿色低碳转型，实现碳达峰碳中和目标具有积极意义。CCER方法学是确定减排项目基准线、论证额外性、计算减排量、制定监测计划等内容的方法指南，也是审查CCER项目是否合格以及计算项目减排量的技术标准和基础。该方法学首次考虑了最新联合国气候变化框架公约机制下方法学的设计思路，将行业试气放喷气回收率纳入减排量核算体系，规定了陆上气田试气放喷气回收利用的适用条件、项目边界、计入期、温室气体排放源、减排量核算方法、监测方法以及项目审定与核查要点，为行业减排工作提供了兼具科学性与国际兼容性的实操指南，有力保障气田减排数据核算精准。

作为能源央企，西南油气田公司一直坚定贯彻落实习近平生态文明思想，始终以绿色发展为导向，主动将社会责任担当融入企业发展战略。下步，公司将继续锚定国家“双碳”战略目标，聚焦全产业链关键节点，全力推动绿色低碳技术创新，实现“减

碳”与“增值”同频共振，引领油气行业绿色低碳转型，为国家实现“双碳”目标贡献更多西油力量。

◆ 西南油气田公司科技创新案例入选

2025年四川国资国企科技创新典型案例

11月25日，从西南油气田公司获悉，四川省政府国有资产监督管理委员会召开全省国资国企科技创新典型案例发布会，公司“全金属可溶桥塞攻关研发与规模化应用”“天然气技术标准体系与全球示范”和“重组页岩气重点实验室 打造页岩气原创技术策源地”三项科技创新案例，成功入选创新技术攻关类、创新主体培育类、高水平创新平台类2025年全省国资国企科技创新典型案例。

为贯彻落实党的二十届三中、四中全会精神和习近平总书记对四川工作系列重要指示精神，充分发挥国有企业技术创新骨干带头作用，加强典型案例的示范引导和辐射带头作用，推动科技创新与产业创新深度融合，四川省国资委面向中央在川企业、省属监管企业、市（州）国资委，开展全省国资国企科技创新典型案例征集工作。西南油气田公司统一组织，以推动公司高质量发展为出发点，围绕体制机制建设、创新技术攻关、创新主体培育、高水平创新平台、研发投入多元化、深化国内外创新合作、创新综合类等7个大类，共征集科技创新优秀实践与典型案例9项，并按照案例实施完成情况、先进性、创新性、示范性、推广价值等进行优选和申报。发布会上，全省国资国企96家企业共评选出118项科技创新典型案例，公司申报的三项科技创新案例全部入选。

下步，公司将持续推进科技创新和科技成果转化，完善技术发展、科技组织、科技生态、科技保障四大体系，加强自主创新、协同创新和成果应用，切实发挥好科技核心支撑作用。

◆ 助力冬供、相国寺储气库采气能力创新高

11月27日讯，11月26日，西南首座储气库——西南油气田公司相国寺储气库采气瞬时创历史新高，标志着相国寺储气库在采气能力上实现重要突破，进一步凸显了其作为天然气调峰“稳压器”与供应保障“压舱石”的坚定担当。

本次采气冲锋，是相国寺储气库完成扩压增量工程后，首次实现达产运行，成为国内首座实现提压达产的气藏型储气库，全面检验了从地质气藏到注采井再到地面设施的整体运行能力，展现出良好的系统适应性与稳定性。

为确保采气冲锋的顺利实现，公司提前部署，主动以国家管网中贵线输气极限能力测试为契机，利用智能管控平台进行能力模拟与方案制定，为大规模采气提供科学指导，同时，严格执行采气冲锋方案要求，按照注采井分布位置有序开井，通过优化设备运行与电力保障，为采气作业提供了可靠支撑。

下步，公司将充分发挥相国寺储气库调峰保供作用，持续做好采气组织工作，全面完成冬季天然气保供任务，全力确保人民群众温暖过冬。

◆ 安岳气田高石梯区块QX组滚动勘探开发

再获百万方高产工业气流

12月1日讯，从西南油气田公司获悉，安岳气田高石梯区块高石045-H5井QX组测试获日产气超百万立方米、无阻流量超两百万立方米高产工业气流，该井也是西南油气田公司2025年常规气第23口百万立方米高产气井，进一步证实了高石梯区块QX组良好的滚动勘探开发潜力。

高石045-H5井是部署在高石18井区一类区的滚动勘探开发井，目的是进一步评价QX组薄储层的产出能力，为后续开发技术优化提供依据。

在部署阶段，公司应用该区成熟的滚动勘探开发部署思路和“强波谷+强亮点”高产井模式完成该井部署；在钻进过程中，沿用已形成的超薄储层地质导向跟踪技术，强化钻进过程中的储层预判和流体判识，及时发现钻遇水层后果断电测并提前完钻，钻获含气白云岩储层超200米，节约进尺近1100米；在试油过程中，测井-物探相结合，跳出井眼搞解释，强化流体和高角度缝的评价，为试油方案奠定了基础。同时地质-工程一体化精细分段，采用180方胶凝酸酸化，酸化强度仅0.43方/米，提高了单井产量，避免了沟通水体的风险，实现了地质-工程-经济共赢。

高石045-H5井测获高产工业气流，进一步坚定了高石梯区块QXZ气藏持续滚动勘探开发的信心。下步，公司将抓好气藏生产组织，深入开展气水关系研究，不断提高气藏认知水平，为气藏的科学开发提供依据，助推公司持续高质量上产。

◆ 特低渗致密气压裂工艺取得突破

11月26日，从西南油气田公司获悉，公司围绕盆地特低渗致密气藏高效开发，开展储层改造技术攻关研究，形成“单簇单缝超密切割”压裂技术，破解了特低渗致密气藏动用难、单井贡献低难题，有效提高了井均测试产量。

特低渗区块致密气井平均产量较金秋、简阳等主力区块低近20%。其根本原因在于，特低渗储层物性条件极差，加之“厚砂薄储”及基质供给能力弱的地质特征，共同导致单一水力裂缝动用程度低，且常规多缝压裂工艺在此收效甚微。

针对致密气藏单簇裂缝控制范围有限、储量动用不充分的开发难题，西南油气田公司通过紧扣“多簇均匀布缝提效”核心方向，系统阐明通过加密裂缝条数、细化分簇间距实现低渗储层深度动用的技术机理。依托地质工程一体化压裂模拟软件，构建涵盖地应力场、岩石力学各向异性及射孔孔眼摩阻的多物理场耦合模型，针对性开展不同段簇参数组合下的动态裂缝扩展与产能模拟。基于研究结果创新实施“增簇数+减簇间距”的“单簇单缝超密切割”压裂技术，通过孔眼能量再分配重构井周应力场，促进多簇裂缝均匀扩展，使裂缝沿井筒展布均匀度提升40%以上。通过应用“单簇单缝超密切割”压裂技术，特低渗致密气藏的单井储量动用系数得以提升，从而实现了对不同区域致密气藏的精准、高效开发目标。

◆ 西南油气田公司碳研究驱动规模减碳高效开发

11月21日，从西南油气田公司获悉，公司申报的《二氧化碳管道输送经济性评价软件V1.0》获国家版权局软件著作权。该软件属于CCUS（二氧化碳捕集、利用与封存）地面碳输送领域，是公司在新能源领域取得的又一关键性突破，在打通碳中和“最后一公里”的征程中迈出关键一步。

在“双碳”目标引领下，能源转型与绿色发展成为行业共识。为应对四川盆地油气开发过程中碳排放总量增长带来的挑战，西南油气田公司锚定碳达峰目标，将CCUS技术作为工业深度脱碳的核心抓手，以勘探开发研究院为技术先锋，从战略定位、技术攻关、人才培养三大维度协同发力，构建起系统化、实战化、长效化的CCUS发展体系，为川渝地区乃至全国碳中和进程注入强劲动力。

一、战略引领、实现深度脱碳的“关键一跃”

西南油气田公司高度重视CCUS技术在绿色低碳转型中的战略地位，将其视为实现深度脱碳的“关键一跃”。面对“双碳”战略部署，公司立足长远、系统谋划，围绕“三种情景”设定目标——支撑公司先导试验技术储备、推动公司2030年前碳达峰、助力川渝地区同期达峰，科学编制CCUS“十五五”专项规划。

根据规划，至2030年，公司将实现年碳捕集能力48.65万吨、年碳注入能力56万吨、年减碳量56万吨。与此同时，西南油气田全程跟踪集团公司首个CCUS-EGR先导试验——卧龙河气田茅口组气藏项目，积极做好地质与气藏方面的技术储备，为后续规模化推广奠定坚实基础。

二、技术攻坚、开展前沿实验与模拟研究

作为跨学科、高复杂度的系统工程，CCUS技术的核心竞争力在于持续的技术突破。西南油气田公司勘探开发研究院承担了包括国家自然科学基金、集团公司重大科技专项在内的7项CCUS相关科研项目，围绕二氧化碳封存与提高采收率两大主线，开展了一系列前沿实验与模拟研究。

通过二氧化碳二元及多元混合体系相态实验、柱塞与长岩芯渗流驱替实验、多种形式的二氧化碳-水-岩反应实验，科研人员逐步揭示了CCUS-EGR的作用机制，形成了注二氧化碳提高气藏采收率的数值模拟技术，为卧龙河先导试验的顺利实施提供科学依据，优化了井位部署与工程方案。

西南油气田公司坚持问题导向、实战导向，将实验室成果与矿场试验紧密结合，推动CCUS技术从理论探索迈向工程应用，为实现规模减排与高效开发提供了技术保障。

三、人才筑基、为长期发展储备核心力量

人才是推动CCUS技术从理论走向产业化的核心力量。作为一项涉及多学科的新兴领域，CCUS的发展急需具备综合技术能力与实战经验的专业团队。为此，西南油气田公司以勘探开发研究院为依托，积极组建跨专业、跨所室的二氧化碳技术攻关团队，系统开展地质、油藏、化学、工程等领域的专业培训与技术交流。

通过“师徒结对”传帮带、“实战练兵”促成长的培养机制，西南油气田公司让年轻科研人员深度参与重大科技项目与现场先导试验，在解决实际问题的过程中锤炼本领、提升能力。这种“在干中学、在战中练”的模式，快速锻造出一支结构合理、技术过硬、勇于创新的高素质专业化队伍，为CCUS技术长期发展储备了核心力量，为打通碳中和“最后一公里”提供了坚实的人才支撑。

展望未来，西南油气田公司将继续秉持“能源报国、绿色转型”的使命担当，以科技创新为核心驱动，持续完善CCUS技术体系，提升项目全周期管理能力，为推动油气与新能源协同发展、国家“双碳”目标实现贡献力量。

◆ 煤层气公司：首个自营地热项目投产

中国石油网11月25日消息，11月19日，煤层气公司传来喜讯，其首个自营地热项目——陕西咸阳马泉中学地热区块成功投产，为当地居民送上冬日温暖。

该项目是煤层气公司践行集团公司绿色低碳战略、落实“一体两翼”部署的重要举措。项目矿权面积为3.1平方千米，年供热量为47.67万吉焦，可满足300万平方米的清洁供暖需求，年可替代标煤3.38万吨、减排二氧化碳8.33万吨。

项目建设期间，项目组秉持“开发一个市场，树立一个品牌，温暖一座城市”的理念，合规完成8项前置审批手续，联合多方力量开展协同攻关。项目创新采用“5采6灌”地热开发模式与橇装换热技术，换热效率高达97%，较传统换热站节能5%至11%，实现了环保效益与运营效益的双重提升。

◆ 中国石化——西南油气采气三厂提前完成全年原油产量任务

本报11月21日讯，今年以来，西南油气分公司采气三厂在狠抓原油上产的同时，以全链条管控强化外输质量，实现原油产量与质量双提升。截至11月17日，该厂提前44天完成全年原油生产任务，外输原油合格率稳定在99%。

为确保外输原油品质，采气三厂从源头到装运构建标准化管控体系。在源头控制环节，严格规范混合液中转站操作，确立储液罐外输前排底水的硬性标准，从根本上保障原油含水率达标。在装运环节，执行全流程标准化程序，实现从入场到离站的全链条质量追踪。当前，该厂原油关键质量指标持续稳定，为油田高质量开发筑牢基础。

◆ 西南油气分公司：指尖上的“智慧巡检”

本报记者：冯柳 通讯员：罗楚璇

11月21日报道，“一台移动终端全部搞定，巡检流程更高效、结果更精准！”11月19日，西南油气分公司采气三厂罗江巡检班班长李波按照终端派发的工作任务开始巡检新盛201井站场设备和管道，在移动终端上便能完成数据录入、异常上报与任务闭环。

党的二十届四中全会明确提出“坚持智能化、绿色化、融合化方向”。西南油气分

公司将全会精神转化为实干动能，紧扣“十五五”规划，以“数据+平台+应用”为核心，全力推进气田PCS（油气生产信息化平台）系统深化应用，打造智慧气田示范区，让智能化为千万吨级油气田建设赋能增效。

“以前巡检最头疼的就是抄表对账。记录各井站的压力、流量数据，再核对纸质台账，至少1小时。”李波一边操作移动终端一边说，“现在点击‘实时数据同步’，设备压力、流量、温度等生产数据即刻自动汇总。”不仅如此，内外操联动的工作场景被整合呈现在终端界面上，每天要做什么、有多少工作量，在待办页面一目了然，不仅降低了沟通成本，而且让现场作业效率大幅提升。

终端提示出现异常情况：井站节流阀温度波动0.3摄氏度，需核查密封情况。李波收到消息后，快速来到节流阀前，对其进行紧急处理，并立即通过移动终端向生产调度中心汇报现场情况：“调度中心，井站节流阀发现微小渗漏，已确认位置和情况，处理完毕。”

在采气三厂生产调度中心，生产指挥中心技术员李小佳的目光始终锁定屏幕上实时更新的任务动态。“异常自动识别模块是我们气田的‘智能哨兵’。”他指着屏幕上的功能分区介绍。该系统汇集现场各类生产数据，把过去分散在各个环节的“单点”数据整合起来，通过预设的预警模型，形成覆盖从井口采气到管线输送全生产链的智能预警与快速处置体系。

目前，西南油气分公司已完成高清摄像头全覆盖、无人机智能巡航、智能化平台全面应用，无人值守场站比例大幅提升，实现从“被动管正常”到“主动管异常”的转变。“气田PCS系统已覆盖12类93项业务，管控8546口气井、3505座站库、6554条管线，日派发7000余条任务指令，初步实现生产业务数字化覆盖。”西南油气分公司信息工程高级专家陈代军说，“面向‘十五五’，公司将构建气田智能场景应用新范式，打造以智能孪生体为核心的气田管理新模式，推行人机协同业务工作新方式，为建设千万吨级油气田贡献数智力量。”

◆ 西南油气：提控并举跑出上产“加速度”

本报11月13日讯，今年以来，西南油气分公司聚焦“提两率（储量动用率和气田采收率）、控两率（自然递减率和综合递减率）”，以增加经济可采储量为核心，强化地质工程一体化攻关，跑出上产“加速度”。截至11月5日，今年累计产气超90亿立方米，日产气量在3050万立方米左右。

“油气藏的地质条件和现有理论认识、技术措施、工艺水平、生产管理，决定了储量动用率和气田采收率的高低。”西南油气分公司油气开发管理部副经理杨丽兵说，“我们当前面临的挑战就是未动用储量区效益开发难度大。”

西南油气分公司坚持精细开发抓实老区硬稳产，按照“认识气藏、监测气藏、评价气藏和治理气藏”思路，持续加大基础研究力度，强化勘探开发一体化、地质工程一体化、技术经济一体化，实施调整部署、措施挖潜和稳产维护治理，在“吃干榨净”上下更大功夫。

元坝气田已实现高产稳产10年，超出设计年限4年，累计产气超380亿立方米。今年以来，该公司持续强化气井分类精细管控，保持气田产量、压降和水气比“三稳定”，通过建模数模一体化技术，明确剩余气潜力区11个，精细实施调整井8口，采收率提高7.8%。

川西中浅层气藏已滚动开发近40年，面临地质条件差、储量品位低、钻采投资较高的挑战。开发团队坚持技术经济一体化，精算措施效益账，进一步评价储层含气性、水平井产能等，今年以来在59口井实施低成本钻采工艺，新增动用储量超60亿立方米，新建年产能3.44亿立方米。

在保持老区硬稳产的同时，开发团队全力打好上产攻坚战。一方面攻坚增长点，加快新场、大邑、资阳、丁山、永川北等新区高效建产，充分挖掘工程提速降本潜力，不断提高单井产能、降低产能投资，拓展建产新阵地；另一方面突破转化点，加快产建新区外输管网规划与建设，加强零散气、测试气回收和边远井LNG代加工，把产能转换为产量和效益。

◆ 江汉油田：复兴油田首个无人值守平台投产

本报11月26日讯，近日，江汉油田复兴油田兴页L190试采站无人值守平台正式投产，这是复兴油田首个无人值守平台。

该平台全面应用先进的传感设备、智能控制系统与远程监控技术，依托2公里长的光缆，实现了涪页10中心站与试采站之间高速、稳定的数据传输。现场部署的各类传感器实时采集压力、温度、流量等关键生产数据；控制系统根据预设逻辑自动执行设备启停与工艺调节。所有数据通过光缆传输至中心站监控平台，实现远程实时监测与操作干预。

该平台的投产实现了生产过程的实时感知、智能调控与集中管理，大幅提升了生产运行效率与管理精细化水平，有效降低了现场人力需求与安全风险，为类似环境下无人化油气生产提供了可复制的技术方案。（刘冬娅、郑龙飞、王彦）

◆ 江汉油田：涪陵页岩气田连续油管钻塞作业刷新纪录

本报11月25日讯，日前，江汉油田涪陵页岩气田焦页44-Z5HF井连续油管钻塞作业以水平段进尺3947米、钻除桥塞56支的成绩，刷新国内连续油管钻塞作业水平段最长、系统内钻塞数量最多两项工程纪录。

作为国家级页岩气示范区的重点标杆井，焦页44-Z5HF井井深8517米、水平段长度5412米，此前已完成72段压裂施工，超深、超长的井况特点为后续钻塞作业带来极限挑战。为攻克这一难题，江汉油田组建一体化专项攻关组，联合施工单位江汉石油工程公司开展多轮技术论证，确定“连续油管校直机+大尺寸连续油管”复合工艺方案，并定制7250米大直径连续油管。选派具备45吨提升能力、经验丰富的专业队伍执行任务，为作业成功奠定基础。

施工期间，攻关组秉持精细化管理理念，坚持每日作业小结、每趟管柱优化参数，

成功解决井筒压力低易漏失、水平段管柱下放阻力大等难题。历经5趟管柱、24天精细作业，最终将连续油管下深至7022米，优质高效完成全部钻塞任务，将国内连续油管水平段作业能力从约2500米大幅提升至4000米量级。此次作业不仅刷新工程纪录，而且对现有工程装备能力、工艺水平与组织管理模式进行了全方位极限测试，为后续高难度页岩气井作业积累了宝贵经验。（刘冬娅、吴魏）

◆ 油气产量预测方法与技术研究进展

刘保磊^{1,2,3,4} 张心怡^{2,4}

- 1、低碳催化与二氧化碳利用全国重点实验室（长江大学）；
- 2、油气资源与勘探技术教育部重点实验室（长江大学）；
- 3、油气钻采工程湖北省重点实验室（长江大学）；
- 4、长江大学石油工程学院

摘 要：

油气产量预测是优化油气田开发策略、提升采收率的关键技术手段。本文系统梳理了油气产量递减规律的理论体系，对比分析了传统经验模型与解析方法的理论框架、适用条件及局限性，并重点探讨了机器学习在复杂储层产量预测中的创新应用。分析认为：（1）传统方法在常规储层中仍具稳健性，但其在非常规油气田中受限于强非均质性和多相渗流非线性等复杂条件；（2）数据驱动模型通过自动特征提取与时空关联建模，在非常规储层预测中展现出显著优势；（3）物理约束混合模型有效融合数据驱动能力与物理机理，在复杂条件及长期预测中表现出更可靠的预测性能。研究结果表明，人工智能技术显著提升了油气产量预测的精度与可靠性，其中机器学习和深度学习方法为复杂储层开发提供了创新技术支撑。然而，该技术在实时计算和模型可解释性等工程应用层面仍存在挑战，需进一步深化人工智能与油气领域的交叉融合研究，以促进油气行业向智能化、高质量方向发展。

关键词：产量预测；递减模型；机器学习；深度学习；应用分析

0、引言

油气产量递减规律作为油气田开发动态分析的核心科学命题，不仅深刻影响着开发方案的动态优化与全生命周期经济评价，更是衡量油气田可持续发展能力的关键指标。传统预测体系以渗流力学理论为根基，依托典型递减模型，凭借其明确的物理意义和可解释性，为油气田的产能规划提供了重要支撑，在常规储层开发中展现出显著的工程价值。然而，随着全球能源需求结构的深度调整，非常规油气资源的规模化开发成为能源领域的新趋势。这类储层普遍呈现复杂地质特征，加之生产数据的高维性、非线性及动态时变性，使得传统模型所依赖的连续性介质假设、稳态流动假设等理论前提与实际工

况严重失配，难以精准预测产量变化，亟须理论与方法的创新突破。

近年来，人工智能技术的快速迭代为油气产量预测带来革命性变革。机器学习模型通过整合多源异构数据，显著提升了预测精度；而深度学习模型实现了对高维数据的降维处理，进一步突破了时空关联建模的技术瓶颈[1-3]。智能预测方法数据集主要包含：（1）静态地质参数，涵盖孔隙度、渗透率、含油饱和度等储层基础属性；（2）动态生产时序，整合井底流压、产液量、气油比等时变生产指标；（3）压裂工程参数，包含米液量、米砂量、施工压力梯度、停泵压力衰减曲线、裂缝半长定量表征及改造体积（SRV）三维分布；（4）布井空间参数，涉及井网方位角优化、井距配置策略、压裂水平段长度调控及应力干扰系数(SI)；（5）排采控制参数，集成生产制度优化方案、泵型适配参数、泵挂深度动态调整等关键要素；（6）井群拓扑网络，邻井干扰效应和流体运移通道的空间关联模型。技术实现路径为基于皮尔逊相关系数矩阵等统计方法构建特征工程、结合深度神经网络进行多模态数据融合、通过敏感性分析识别关键影响，最终建立具备自学习、自适应和强泛化能力的智能预测体系，其预测性能取决于数据质量、物理约束和算法优化等主控因素。

本文基于“理论—方法—应用”三维框架，系统梳理了油气产量预测研究进展。从理论层面解析传统物理驱动模型的理论基础与数学原理；从方法层面剖析智能模型的内层架构特征及优化策略；从应用层面基于文献调研评估各类模型在油气田开发中的预测性能与工程适用性。研究进一步探讨人工智能技术与地质工程、油藏物理等领域的融合路径：地质知识图谱可为机器学习提供先验约束，产量递减模型可嵌入深度学习框架。该交叉融合研究不仅拓展了传统方法的适用范围，同时为智能油田建设提供了新的技术方向。

1、油气产量递减规律基础研究与历程

1.1 典型产量递减模型

油气产量递减规律作为油气田开发进程中的核心现象，表现为产量随时间下降的动态演变，其动态特征可通过典型产量递减模型进行定量表征（表1）。对递减规律的准确认识与模型化预测直接关乎油气田稳产增效、采收率提升及可持续开发策略的科学制定，是油气工程进行产能评价、经济预测及开发方案优化的关键研究方向。

表 1 产量递减曲线特征对比分析汇总表
Table 1 Comparative analysis summary of production decline curve characteristics

递减曲线	理论模型	累计产量	适用条件	参数含义
Arps 曲线	双曲递减： $Q_t = Q_0(1+nD_0t)^{-\frac{1}{n}}$ ($0 < n < 1$) 指数递减： $Q_t = Q_0e^{-D_0t}$ ($n=0$) 调和递减： $Q_t = Q_0(1+D_0t)^{-1}$ ($n=1$)	$N_p = \frac{Q_0^n}{(1-n)D_0} (Q_0^{1-n} - Q_t^{1-n})$ ($0 < n < 1$) $N_p = \frac{Q_0 - Q_t}{D_0}$ ($n=0$) $N_p = \frac{Q_0}{D_0} \ln\left(\frac{Q_0}{Q_t}\right)$ ($n=1$)	边界主导流态下的生产动态评估； 定压生产； 具备连续稳定的生产数据	t ——从递减时起的时间，mon； Q_t ——产量递减阶段 t 时间所对应的产量，t/mon； Q_0 ——产量递减阶段初始产量，t/mon； n ——递减指数； D_0 ——产量递减阶段初始递减率，1/mon； a, b ——调节参数，决定曲线的形状和递减率； t_{lim} ：指定时间； D_∞ ——无限时间条件下的递减率； t_{ehs} ——线性流动结束时间； Q_{ehs} ——线性流动结束时的产量； D_{ehs} ——线性流动结束时的递减率； x ——流动系数
广义递减曲线	$\frac{N_p}{Q_0t} = \frac{n}{1-n} \frac{1 - (Q_0/Q_t)^{n-1}}{(Q_0/Q_t)^n - 1}$ ($-100 < n < 100$)	$N_p = \frac{Q_0^n}{(1-n)D_0} (Q_0^{1-n} - Q_t^{1-n})$ ($-100 < n < 100$)	稳定水驱开发阶段； 具备连续稳定的生产数据	
Logistic 曲线	$Q_t = Q_0 \left(\frac{1+a}{1+ae^{-bt}} \right)$ ($n < 0$)	$N_p = \frac{Q_0}{b} \left(\frac{1+a}{a} \right) \ln \left(\frac{1+a}{1+ae^{-bt}} \right)$ ($n < 0$)	低黏度的水驱油田	
Gompertz 曲线	$Q_t = \frac{Q_0}{1-a} (1-a^t)$ ($n < 0$)	$N_p = \frac{Q_0}{1-a} \frac{1}{\ln a} \left[\frac{(\ln a)(1-b^t)}{1!} + \frac{(\ln a)^2(1-b^{2t})}{2 \cdot 2!} + \dots \right]$ ($n < 0$)		
幂律指数曲线	$Q_t = Q_0 e^{(-D_0t - \frac{D_0t^n}{n})}$	—	线性流阶段和边界控制流阶段； 定压生产	
Gentry 曲线	双曲递减： $Q_{Dd} = (1+n t_{Dd})^{-\frac{1}{n}}$ ($0 < n < 1$) 指数递减： $Q_{Dd} = \frac{Q_0}{Q} = e^{-x}$ ($n=0$) 调和递减： $Q_{Dd} = 1 + t_{Dd}$ ($n=1$)	$N_{pDd} = \frac{1}{(1-n)t_{Dd}} \left[1 - \left(\frac{1}{Q_{Dd}} \right)^{1-n} \right]$ ($0 < n < 1$) $N_{pDd} = \frac{Q_{Dd} - 1}{Q_{Dd} t_{Dd}}$ ($n=0$) $N_{pDd} = \frac{1}{t_{Dd}} \ln Q_{Dd}$ ($n=1$)	储层处于拟稳态流动阶段定压生产； 具备连续稳定的生产数据序列，且初始瞬态流阶段数据可忽略（特别适用于低渗透 / 致密储层）	
改进的幂律指数曲线	$Q_t = Q_0 e^{\left(\frac{D_0t^n}{n}\right)}$ ($t < t_{ehs}$) $Q_t = \frac{Q_{ehs}}{(1+0.5D_{ehs}t)^2}$ ($t \geq t_{ehs}$)	—	线性流、边界控制流阶段	
Doung 曲线	$Q_t = Q_0 t^{-x} e^{\left[\frac{x}{1-x}(t^{1-x}-1)\right]}$	—	裂缝性非常规储层早期线性流动占主导的产量动态预测	

(1) Arps 模型：Arps J J [4]首次构建了具有普适性的产量递减理论框架，将产量衰减规律归纳为3种典型模式，分别是双曲递减、指数递减和调和递减（图1）。工业应用表明：双曲递减在注水开发的中高渗透油田中表现较优；指数递减更适用于天然能量驱动的低渗透储层；调和递减实际应用比例因储层类型差异较大[5-7]。

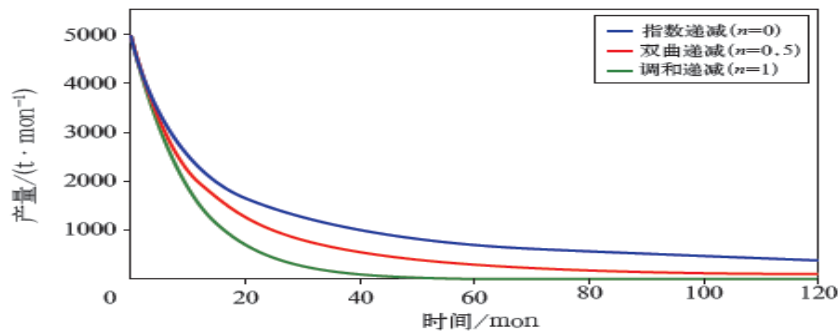


图 1 Arps 三种递减曲线示例
Fig.1 Example of three types of Arps decline curves

(2) 广义Arps 模型：俞启泰等[8-9] 基于微分方程解的分析，对传统Arps 递减模型提出扩展理论框架，突破递减指数n的物理意义限制，证明n值在不同驱动条件下可扩展：注水见效时n为负，裂缝闭合引发加速递减时n>1，且数学解需符合物质平衡约束。

(3) Logistic 模型：Logistic 曲线[7] 的“S”型特征适用于表征水驱油田中后期产量衰减，Gompertz 曲线在高含水阶段非线性递减预测中更具优势。Logistic 和 Gompertz 递减模型虽与Arps 递减方程存在数学关联，但其物理本质不同：Arps 基于物质平衡与稳态假设，而Logistic 或Gompertz 通过多相渗流耦合重构递减规律[10-11]。

(4) 幂律指数模型：Ilk 等[12] 针对传统双曲递减模型在预测后期存在乐观偏差的问题，提出了幂律指数递减模型，以修正传统指数递减方法的不足。该模型虽然参数较多且部分参数物理意义不够明确，但能够更准确地拟合致密气和页岩气的产量递减曲线，并有效解决了Arps 方法中递减指数n 随时间变化的问题[13-14]。在边界控制流动阶段，产量以幂函数形式递减，其递减率逐渐稳定，并在半对数坐标下趋近于直线[15]。

(5) Gentry 模型：Gentry-Arps[16] 在非常规油田产量动态研究中提出基于无量纲参数的递减曲线法，定义无量纲时间 (t_{Dd})、累计产量 (N_{pDd}) 和产率 (Q_{Dd})，整合入Arps 方程构建6 个新模型，通过忽略初始产量参数、聚焦拟稳态流动阶段，规避瞬态流建模不确定性。在需要时，初始递减率可以通过以下方程式计算得出：

$$t_{Dd} = D_0 t \tag{1}$$

式中 D_0 ——产量递减阶段初始递减率，l/mon；
 t_{Dd} ——无量纲时间；
 t ——从递减时起的时间，mon。

(6) 改进的幂律指数模型：Ambrose 等[17] 针对多级压裂水平井非均匀流动，构建渗流力学与数值模拟混合模型，克服传统方法在复杂裂缝系统表征上的局限，在致密气田水平井开发优势突出。模型采用流态分段建模：早期线性流阶段基于解析解，以双对数坐标下0.5 斜率特征线识别；后期裂缝干扰阶段借助数值模拟，通过裂缝离散化呈现多

裂缝耦合效应[18-19]。

(7) Duong 模型[20]：基于微裂缝网络发育地质条件构建，假设页岩气井生产以裂缝线性流态为主，基质产能贡献小。研究表明， x 约为1时该模型退化为Arps调和递减， x 大于1时可描述复杂裂缝网络非稳态流动[21]。但由于稳态流动假设难适配复杂边界条件，其在边界流阶段适应性较差，需结合物质平衡方程修正[22]。

1.2 传统油气产量预测方法

在传统油气产量预测方法的理论演进中，早期研究主要基于经验统计与简化的渗流力学模型构建预测体系，之后逐步衍生出物理实验分析、数值模拟技术、多参数耦合建模等方法论体系（图2）。这些方法通过整合地质构造特征、多相渗流机理、井网分布等关键要素，系统解构了油气田特征与产量递减模式之间的关联特性。在此基础上形成的预测技术，不仅深化了对储层复杂流体相态的理论认知，更通过开发方案优化提升了资源开发效益。

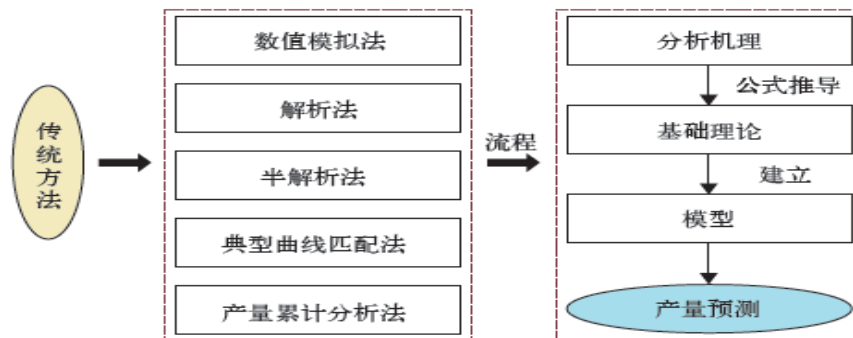


图2 基于传统方法的产量预测流程图

Fig.2 Flow chart for production forecast using traditional methods

1.2.1 方法分类与应用特征

传统油气产量预测方法体系基于理论构建与工程实践的双重驱动，形成了物理模拟法与经验推断法两大方法论框架，其方法论特征可归纳如下（表2）：

表2 传统方法特征对比分析表
Table 2 Characteristics comparative analysis of traditional methods

方法类型	优势储层	弱势储层	关键制约因素
数值模拟	中高渗常规储层	超低渗 / 裂缝性储层	计算资源与模型复杂度
解析法	均质单相流储层	多相流 / 强非均质储层	物理简化导致多场耦合缺失
半解析法	规则缝网中渗储层	复杂边界 / 多尺度流动储层	动态参数经验修正依赖性
典型曲线匹配法	数据完备常规储层	非均质性强的非常规储层	历史数据质量与模型泛化能力
产量累计分析法	压力监测完善常规储层	低渗 / 吸附滞后储层	压力传递速率与监测精度

(1) 数值模拟方法：基于有限差分法 (FDM) 或有限体积法 (FVM) 对储层进行三维空间离散化建模，通过耦合多相流方程实现复杂地质条件下的动态仿真[23-24]。该方法适用于常规砂岩油田、碳酸盐岩油田等中高渗储层，但对于超低渗储层或强非均质性储层，难以准确表征流动特性，且对计算资源需求显著增加。

(2) 解析法：通过求解扩散方程等解析解建立闭合式产量—时间模型。典型应用如Blasingame典型曲线分析法[25-26]，通过归一化产量与积分压力函数匹配反演储层参数。此类方法在物性均质的常规砂岩储层中具有较高可靠性，但对页岩储层中复杂非对称裂缝网络及多相流交互作用的表征能力有限。

(3) 半解析法：融合解析解与数值降维技术以平衡精度与效率[27]。Brown等[28]提出的多级压裂水平井模型，采用线性流—拟稳态流分段耦合算法，适用于缝网几何规则的低渗透页岩油田快速预测，但在裂缝导流能力动态变化场景下需引入经验修正因子。

(4) 典型曲线匹配法：基于历史数据统计构建无量纲典型曲线库，通过生产动态数据模式识别反演储层特性[29-30]。该方法依赖丰富的历史开发数据，适用于地质模型相对简单、生产动态规律显著的常规油气田。

(5) 产量累计分析法：基于物质平衡方程通过累计产量与压力数据反演动态储量[31-32]。该方法在地层压力监测系统完善的底水驱砂岩油藏中效果显著，但对低渗透储层中压力传递滞后现象敏感，需结合动态压力梯度校正以提高可靠性。

1.2.2 方法优势与工程适用性

传统方法经过长期的理论完善与现场验证，在多个方面展现出优势。其理论体系基于达西定律、状态方程等经典理论，能够清晰阐释产量变化的物理机制。以Warren—Root双重介质模型为代表的解析方法，通过构建基质—裂缝系统间的窜流微分方程，推导出具有明确物理意义的解析解表达式[33]，该推导过程揭示了产量递减过程中弹性驱动与渗吸作用的动态转换机制[34]。

在工程应用层面，传统方法展现出良好的计算效率与经济性。解析模型仅需储层渗透率 (K)、孔隙度 (ϕ) 等基础参数即可完成预测。拟稳态流动方程的引入进一步提升了单井EUR预测效率，同时有效降低了边际油田开发方案优选的前期研究成本[35]。

此外，传统方法中的经验模型表现出良好的数据适应性，通过调整参数灵活适配不同地质条件[36-37]。在时间维度上，Arps递减模型通过调整递减指数 n 可表征从定压生产到封闭边界的不同驱动机制；在空间维度上，改进的幂律指数模型通过裂缝离散化机制精确表征多裂缝耦合效应。

1.2.3 方法局限性与挑战

(1) 物理模型与复杂储层的失配问题：传统达西定律在页岩储层纳米孔隙中的适用性受到多物理场耦合效应的干扰。页岩储层中纳米级孔隙（直径小于100nm）占主导且尺度与气体分子平均自由程接近，使气体流动受克努森扩散和滑移流影响，表观渗透率较达西定律预测值倍数级提升且随孔径减小指数增长[38]。传统渗流理论对多尺度流动的线性叠加假设无法刻画纳米孔隙中的动态耦合行为，需建立基于表观渗透率的非线性模型整合多物理场效应以准确描述复杂渗流过程[39]。

(2) 参数敏感性与不确定性传递：当水平主应力差 $\Delta\sigma$ 超过临界阈值时，裂缝扩展方向显著偏离对称模型预测，且随差异应力增大，裂缝扩展受抑制并趋向沿原始主应力方向延伸；天然裂缝网络的存在会通过力学耦合显著改变水力裂缝扩展路径；此外，天然裂缝长度的幂律分布特征会增强长裂缝对水力裂缝轨迹的控制作用，导致缝网呈现显著的优势延伸方向[40]。此类地质力学反馈机制表明，基于连续介质假设的半解析模型难以捕捉裂缝扩展的路径依赖性特征，需通过离散裂缝网络（DFN）模型或位移不连续法（DDM）等非连续介质方法，耦合岩石变形与流体流动的动态交互，以准确刻画非均质储层中裂缝网络的演化过程[41]。

(3) 理论假设的工程偏离：储层非均质性与工程扰动的协同作用导致传统产能模型产生累积性误差，致使初期产量预测值显著偏高；压裂液返排阶段的剧烈流量波动诱发近井地带应力重分布，叠加井间干扰效应，进一步放大误差[42]。该累计产量预测误差源于传统模型对裂缝非正交交叉及非均匀孔径分布的简化处理，未能捕捉复杂网络中流体流动的路径依赖性特征[43]。

尽管传统方法在常规储层中表现稳健，能够通过经典渗流理论和经验公式较为准确地预测产量动态，但其在非常规油气田中的局限性随开发复杂度提升日益凸显。为此，机器学习与深度学习的引入成为必然选择，不仅弥补了传统方法的固有缺陷，更通过“数据+物理”融合建模实现了智能预测突破，为复杂油气田高效开发提升了决策可靠性。

2、油气产量预测方法现代研究与进展

2.1 数据预处理

在现代油气产量预测方法中，数据预处理是提升预测模型性能的关键环节。数据预处理主要包括数据清洗、特征工程和降维处理3个核心步骤。在数据清洗阶段，除了传统的插值法和统计学方法外，当前先进的自适应噪声完备集合经验模态分解（ANCEMD）和基于深度学习的自编码器（AE）技术能够更有效地处理产量数据中的缺失值、异常值以及非线性噪声干扰。在特征工程方面，互信息法（MI）和特征重要性评估可以有效地从高维特征中筛选出对产量预测最具影响力的关键变量，从而降低模型复杂度并提高泛化能力[44]。在降维处理方面，主成分分析（PCA）通过正交变换将相关变量转化为线性不相关的主成分。而对于非线性高维数据，t-分布随机邻域嵌入（t-SNE）和统一流形逼近与投影（UMAP）等降维技术能够更好地保持数据局部结构和全局拓扑特性。

何佑伟等[42]在研究中利用K最近邻算法（KNN）对油井生产动态数据进行了预处理

和降维，不仅提高了数据质量，还显著提升了模型的预测精度。侯梦瑶等[43]通过特征重要性排序发现，压裂液用量和储层厚度对非常规气田产量影响显著，为特征选择提供了可靠的理论依据。这些先进的数据预处理和降维技术的应用，使得现代油气产量预测模型能够更准确地捕捉产量变化的内在规律。

2.2 基于传统机器学习的油气产量预测方法

近年来，机器学习方法凭借强大的数据驱动能力在油气产量预测研究中展现出显著优势。该方法通过挖掘生产参数间的内在关联特征，能够有效捕捉产量波动的周期性模式与演化趋势，成为攻克复杂储层动态预测难题的核心技术手段（图3）。

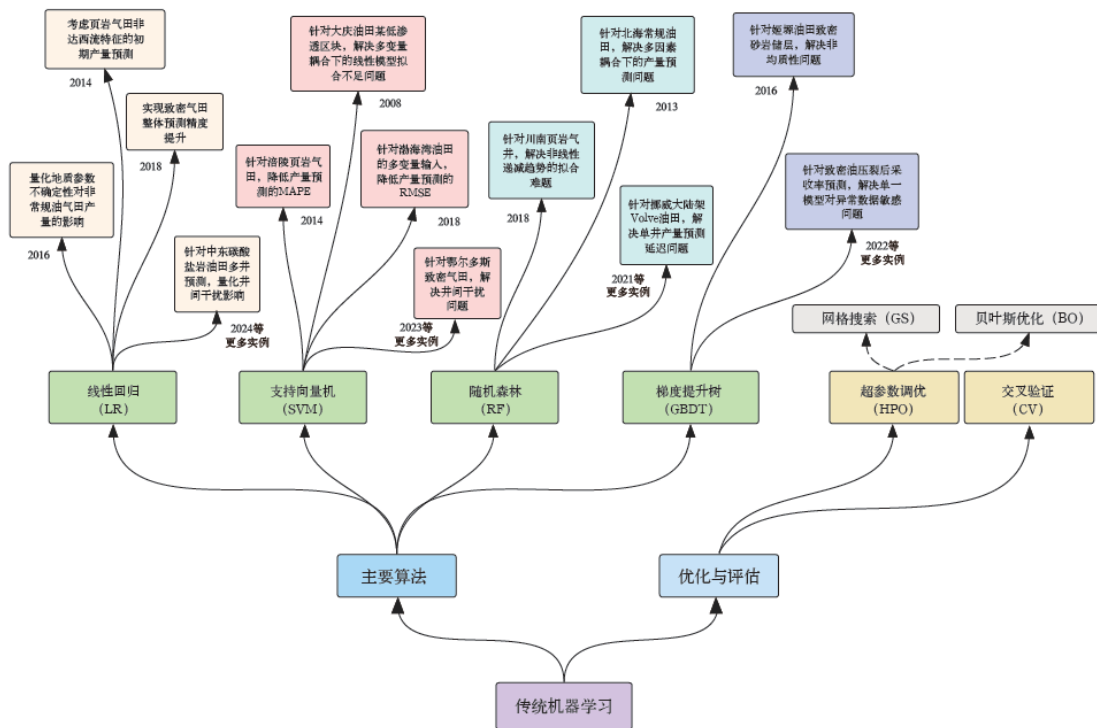


图3 传统机器学习在油气产量预测领域中的应用
Fig.3 Application of traditional machine learning method in oil and gas production forecast

2.2.1 线性回归 (Linear Regression, LR)

LR 通过拟合历史产量数据与影响因素之间的最佳线性关系，并最小化预测误差，从而建立产量预测模型（图4）。相关研究表明，LR 在大数据环境下处理多维油田数据具有可靠性，尤其适用于需快速响应与实时决策的生产场景。

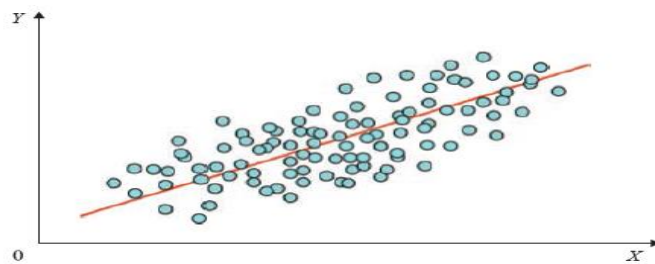


图4 LR 原理示意图
Fig.4 Schematic illustration of Linear Regression principle

任芳玲等[47]针对陕北地区某常规油气田,选取连续15年的产油量及影响因素数据,通过量化地质参数与工程因素的非对称影响,构建基于变量筛选的MLR模型,其1.13%的平均绝对误差显著优于传统时间序列法,但模型泛化能力受限于训练数据的工况覆盖范围。Niu等[45]创新性地结合Pearson相关系数与MIC,分别量化变量间线性与非线性关联强度,通过逐步回归消除多重共线性干扰,验证了MLR在页岩气产量预测中的实用性,但该方法的数据预处理复杂度较高。Alharbi等[49]基于PySpark架构开发分布式LR模型,利用MLlib实现最小二乘法的并行优化,表明模型具有较高的预测精度。

研究证实,LR在油气田产量预测中精度显著优于传统方法。大庆升平油田应用LR建立水驱特征曲线模型,量化注采比等因素,预测吻合度高于忽略非均质性的传统递减曲线法;长庆苏里格气田单井预测中,LR整合多源数据使MAPE控制在8.5%以内,较传统数值模拟(误差超15%)显著提升;LR通过数据驱动整合多因素,避免传统方法的均质化假设,在复杂场景中更可靠,且计算高效。

2.2.2 支持向量机 (Support Vector Machine, SVM)

SVM通过在高维空间中寻找最优超平面,最大化分类间隔或拟合非线性关系,从而实现油气产量与影响因素的回归预测(图5)。同时SVM引入非线性核函数,依据Mercer核定理将低维非线性数据映射至高维空间,将复杂回归转化为线性优化问题,在低渗透油气田产量预测中优势明显[50-51]。

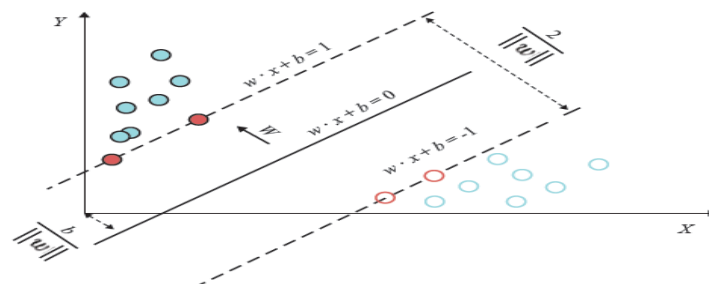


图5 SVM 原理示意图
Fig.5 Schematic illustration of Support Vector Machine principle

王一淋等[52]针对含水率高达94%以上的断块油田产量数据少、波动性大导致预测精度不足的问题，提出一种GM(1,1)与SVM组合的预测方法，通过灰色模型弱化原始产量序列中的随机扰动，再将灰色预测值作为支持向量机输入特征、原始产量作为输出标签进行建模，实现了特高含水期的产量预测（图6）。结果表明，该组合模型预测总体相对误差为3.01%，优于单一灰色模型（5.86%）和灰色—神经网络组合模型（4.37%）。

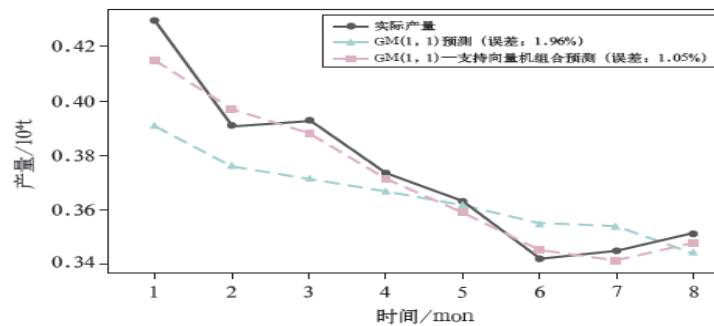


图6 GM(1,1)与SVM组合模型预测效果图^[52]
Fig.6 Production forecast performance of GM(1,1) SVM hybrid model^[52]

与其他方法对比，SVM组合模型在稳定性与预测精度上显著优于单一分类或回归方法，尤其在有限样本条件下表现突出。Wang等[53]针对中国渤海湾盆地东濮凹陷常规油气田，提出结合SVC和SVR模型，利用烃源岩排烃强度、砂岩厚度、沉积相指数等地质特征参数，构建了先通过SVC预测油气成藏概率，再通过SVR预测储量丰度的两阶段模型。研究以2007—2018年勘探开发井数据为基础，测试准确率平均高达88.92%，R2为0.767，解决了传统统计方法难以定量刻画复杂地质过程的问题。

2.2.3 随机森林 (Random Forest, RF)

RF通过构建多棵决策树并集成其预测结果，利用特征随机性和多数投票或回归机制，降低过拟合风险，从而实现对油气产量的高鲁棒性预测（图7）。其擅长处理高维非线性生产数据，在提升预测稳定性方面表现出色[54]。

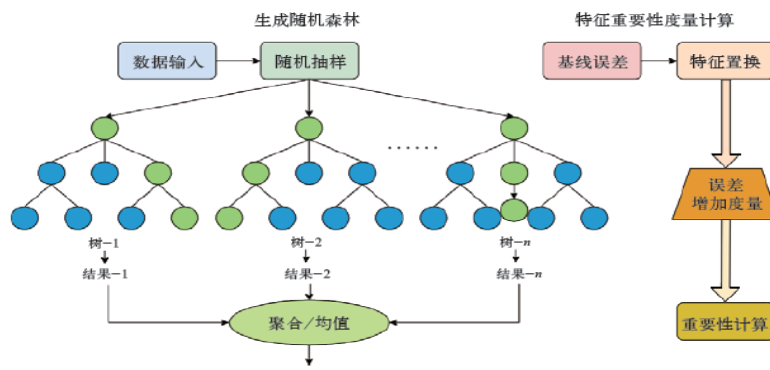


图7 RF生成过程示意图
Fig.7 Schematic illustration of Random Forest generation process

Liao等[55]针对加拿大Cardium致密油田，通过特征重要性分析有效揭示了压裂施工参数与地质属性的非线性耦合机制，为完井参数优化提供了量化依据。Xue等[56]针对页岩气物理模型复杂度难题，提出改进型MORF方法，验证了动态特征对产量预测的关键作用，然而该方法对长期产量递减的物理机制表征仍显不足。Chahar等[57]在挪威Volve油田的应用中，利用RF整合生产时间、井口压力等多项特征，预测R2达0.98，有效处理了数据缺失及井间干扰导致的非线性波动。

对比研究表明，RF 在保持相当预测精度的同时，训练效率较高，但在极端数据场景需更多样本优化。沁水煤田柿庄北区结合斜率关联度法与RF 模型，煤层气含量预测误差低于5%；渤中某油田基于50口井数据，利用RF 整合多参数实现产能预测的高稳定性，凸显其在小样本场景处理复杂耦合关系的优势。

2.2.4 梯度提升树 (Gradient Boosting Decision Tree, GBDT)

GBDT 通过串行训练多个弱决策树，每一棵树拟合前一棵树的残差，并逐步优化损失函数，从而实现对油气产量的高精度预测（图8）。该算法凭借决策树层级分裂自动捕捉变量高阶交互，无须人工特征工程即可处理复杂非线性关系，在多维度地质与工程参数到产量输出的复杂映射场景中表现出色。

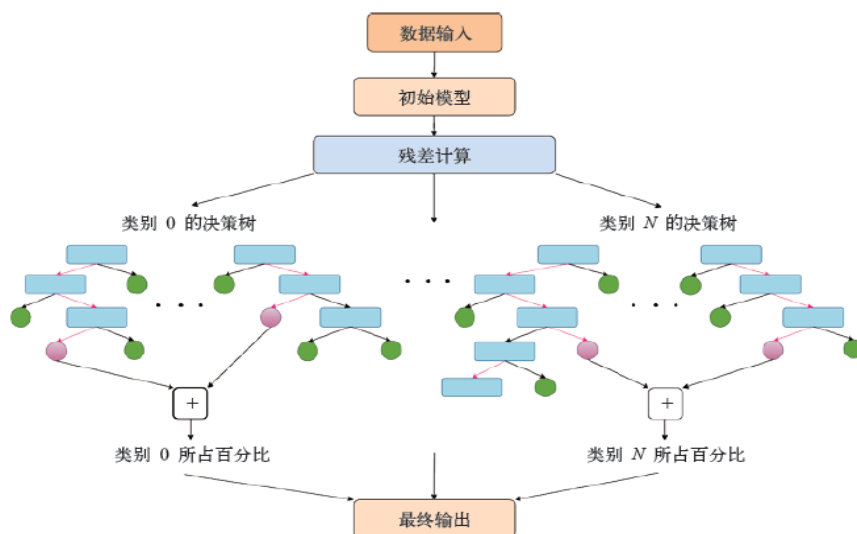


图8 GBDT生成过程示意图

Fig.8 Schematic illustration of Gradient Boosting Decision Tree generation process

Ma等[58]针对中国华北某地质单元的中高渗透率砂岩油田，利用Huber损失函数构建GBDT模型，通过梯度下降迭代优化弱决策树，有效处理数据非线性关系与噪声干扰，并利用网格搜索（GS）确定最优超参数，显著提升了模型泛化能力。研究表明，GBDT不仅能够实现高精度的单井产量预测，在处理小样本、高维度油气数据时也显现出优越性。这一优势在多个实际应用案例中得到了进一步验证：在吉林火山岩储层应用中，GBDT整合15项参数后R2高达0.977，显著优于传统解析法（R2=0.65）；在阿巴拉契亚盆地页岩气预测中，其平均绝对百分比误差（MAPE）仅为7.3%，远低于典型曲线匹配法。对比

分析表明，GBDT在复杂场景预测中的优异表现主要得益于其强大的非线性建模与拟合能力，能够为制定开发方案提供可靠的参考依据。

2.2.5 模型优化与性能评估

传统机器学习模型的性能提升高度依赖交叉验证（CV）与超参数调优（HPO），其中网格搜索（GS）与贝叶斯优化（BO）是两类典型方法。前者通过穷举预设参数组合搜索最优解，适用于维度较低的参数空间；后者则借助贝叶斯概率理论，通过高斯过程建模目标函数的后验分布（图9），动态调整搜索方向，尤其适合高维复杂参数场景（图10）[59]。在致密油田的母子井产能预测中，研究团队对RF模型进行调优时，GS在3维参数空间中穷举96组组合，最终R2为0.85；而BO通过构建高斯过程模型，在6维参数空间中仅迭代50次即收敛，最优模型R2提升至0.89，显著展现了高维参数空间下的调优效率优势。

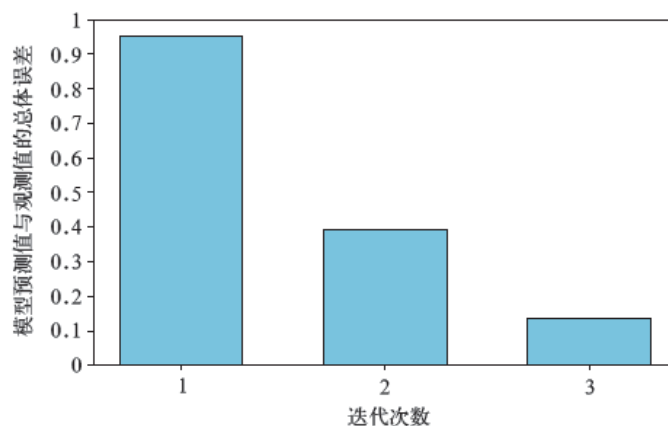


图9 贝叶斯优化收敛过程^[59]

Fig.9 Convergence process of Bayesian optimization^[59]

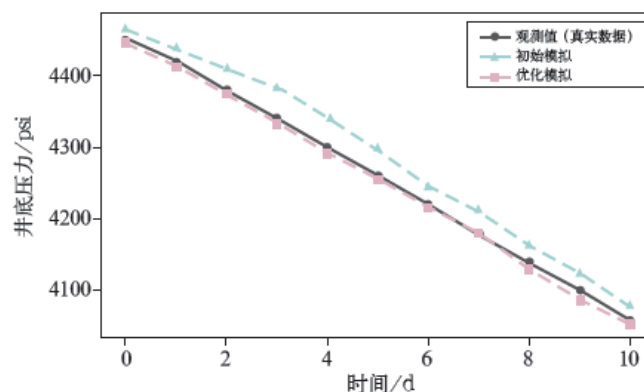


图10 贝叶斯优化模型井底压力匹配效果图^[59]

Fig.10 Matching results of Bayesian-optimized bottom hole pressure^[59]

在模型性能评估方面，蒙特卡洛方法为预测结果的不确定性量化提供了有效途径。该方法通过建立关键储层参数的概率分布模型，利用随机采样技术生成大量可能的参数组合，并将其输入训练好的机器学习模型，从而获得产量预测的概率分布。这种概率化

预测框架不仅能够提供产量期望值，还能给出预测结果的置信区间，突破了传统点估计预测的局限性。通过量化输入参数不确定性对预测结果的影响程度，该方法为油气田开发决策提供了更全面的风险评估基础，显著提升了预测结果的工程应用价值。

2.3 基于深度学习的油气产量预测方法

深度学习方法凭借其强大的自动特征提取和复杂模式识别能力，能够有效处理大规模非结构化数据，在刻画产量时空演变及衰减规律方面展现出独特优势。当前研究主要聚焦三大创新方向：首先，通过融合渗流力学等物理机理与数据驱动方法，构建具有物理约束的混合模型，其核心在于设计复合损失函数，将传统物理方程作为正则项嵌入神经网络训练过程；其次，运用迁移学习应对数据稀缺，在源域数据上预训练模型，再通过微调适配目标工区的小样本场景；最后，基于边缘计算架构部署轻量化模型，并结合在线学习算法实现模型参数的实时更新。同时，借助SHAP值解释技术剖析模型决策逻辑，推动理论成果向工程应用转化。相较于传统机器学习方法，深度学习方法在非常规和强非线性常规油气产量预测中展现出高精度和开发优化能力[44]，但需要更多计算资源且可解释性较差（表3）。

表3 传统机器学习与深度学习方法特征对比
Table 3 Comparative analysis between traditional machine learning and deep learning methods

特征	传统机器学习	深度学习
数据需求	中小规模结构化数据	大规模非结构化数据
特征工程	依赖人工设计	自动特征提取
计算资源	低 (CPU)	高 (GPU/TPU)
可解释性	较高	低
适用场景	结构化数据分析	复杂模式识别
改进方向	多模态学习与融合、边缘—云协同计算	

2.3.1 深度神经网络 (Deep Neural Network, DNN)

DNN 包含输入层、多个隐藏层和输出层，通过多层非线性变换自动提取油气产量数据中的高阶特征，并利用反向传播优化权重，最终建立输入参数与产量之间的复杂映射关系以实现精准预测（图11）。相比于传统模型，DNN 对生产参数变化响应灵敏，能够更精确地刻画储层物理机制与产量间的复杂关系，精准捕捉产量波动特征。

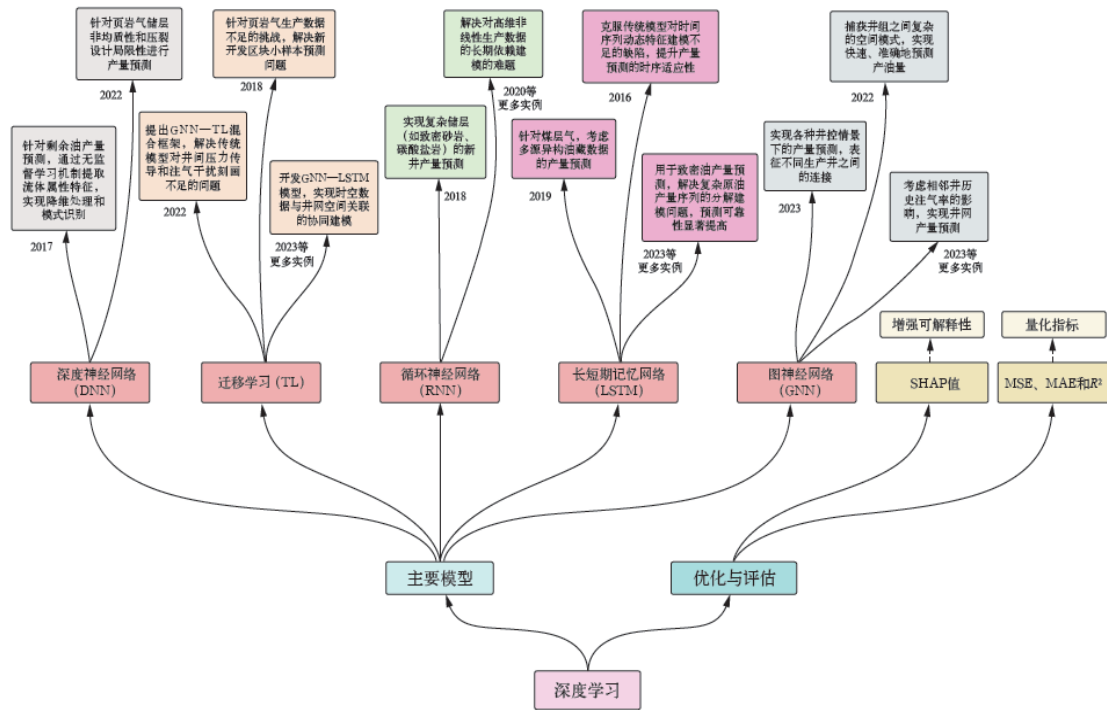


图 11 深度学习在油气产量预测领域的应用
Fig.11 Application of deep learning method in oil and gas production forecast

Alolayan等[60]针对美国得克萨斯州Barnett 页岩区带和宾夕法尼亚州 Marcellus 页岩区带的6000口页岩气井，以输入前4至10个月累计产量、输出后续产量的形式构建预测模型。采用DNN 四层序列网络，通过Adam 优化器最小化平均绝对误差(MAE)，并借助自动停止机制避免过拟合，使预测误差较传统方法降低11%。该研究通过捕捉跨区域产量衰减的共性模式，突破传统模型依赖单井数据拟合的局限。宋兆杰等[61]以吉木萨尔凹陷芦草沟组页岩油田为研究对象，基于198 口井的钻井、压裂及开发工艺等类型的13 项关键参数，构建了PCA 与DNN相结合的产能预测模型，较传统模型的预测精度提升10.84%。基于模型分析结果，学者提出针对性开发建议：对于单井开发应增大储层改造程度；对于井组开发则需优选试验区，通过提高原油可动性与优化压裂设计实现高效开发。

从目前研究来看，DNN 相较于传统方法，在复杂场景预测精度更高，能够明晰页岩油水平井EUR主控因素，解决传统递减曲线模型在非常规油气田预测中因经验假设导致的中后期产量高估问题(图12)。

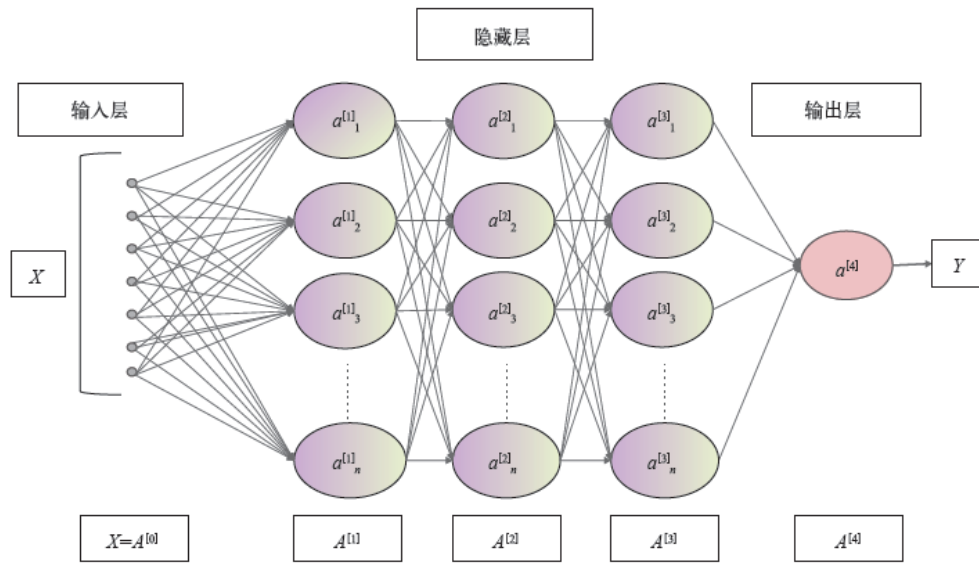


图 12 DNN 原理示意图

Fig.12 Schematic illustration of Deep Neural Network principle

2.3.2 迁移学习 (Transfer Learning, TL)

TL 通过复用预训练模型 (相似油气田或任务学到的特征), 并针对目标油气产量数据进行微调, 从而在小样本条件下提升预测模型的泛化能力和准确性。在非常规储层产量预测中, 针对数据稀缺与地质异质性难题, TL 可捕捉跨区域产量衰减共性模式, 突破单一井数据拟合局限, 实现高效建模。

Odi等[62]首先使用GBM模型结合弹性网络(Elastic Net), 预测半裂缝长度, 再将Eagle Ford页岩区La Salle州的数据作为源域, 利用其已知的历史产量、压裂参数等数据训练DBM和ANN预测模型, 最后将模型迁移到相邻州等目标域, 实现对未知区域的产量预测(图13、图14)。Niu等[63]以多个成熟区块的丰富数据预训练基础学习器, 通过改进神经网络与Bagging算法结合, 构建迁移学习模型, 有效克服了数据分布差异带来的域适应问题, 但该研究仅适用于源域与目标域特征一致的同构迁移学习场景, 无法处理特征空间不同的异构数据。Niu等[64]针对中国四川盆地威远区块和泸州区块的页岩气田, 利用威远区块278口井的源域数据训练模型, 融合TCA与DNN的迁移学习策略, 通过域适应特征提取实现跨地层/区块的产量及EUR预测, 有效解决传统方法因数据分布偏移导致的预测性能退化问题。

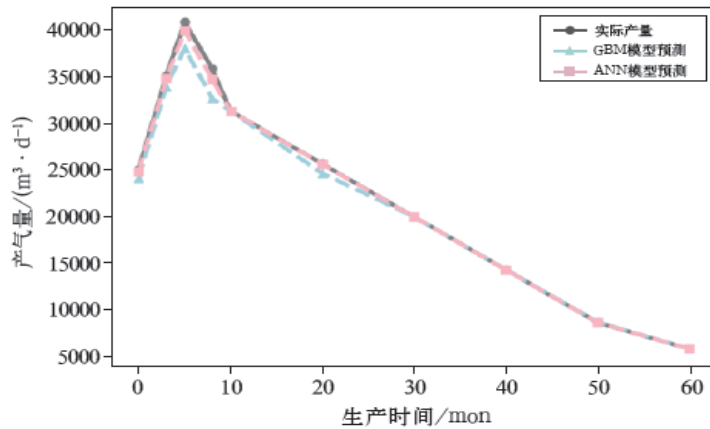


图 13 La Salle 页岩气平均产量预测 [62]

Fig.13 Average production forecast of La Salle shale gas [62]

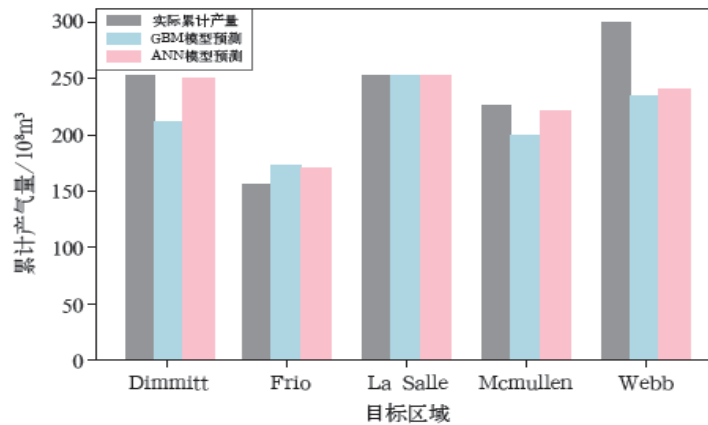


图 14 Eagle Ford 各州累计页岩气产量预测 [62]

Fig.14 State-wise cumulative production forecast of Eagle Ford shale gas [62]

当前研究中，TL 通过弱化传统方法对模型刚性假设和训练数据密集性的依赖，凭借跨域知识迁移能力，有效缓解样本稀缺问题，在非常规油气田开发场景中展现出显著适用性。

2.3.3 循环神经网络 (Recursive Neural Network, RNN)

RNN 通过其时间递归结构捕捉油气产量历史数据中的动态时序依赖关系，并利用隐藏状态传递历史信息，从而实现对产量变化的时序预测。该算法可整合多维度时序特征，精准刻画产量衰减、压裂干预等复杂过程的非线性规律。

Sun 等 [65] 通过GRU 的隐藏状态传递机制，实现了历史生产数据与邻近井动态的多尺度时序特征融合，其借鉴自然语言处理的序列建模方法，实现对新井产量的高效预测，为非常规储层开发中缺乏长周期数据的产能评估提供了可行方案。Al-Shabandar 等

[66] 针对美国多个州的不同类型油气田，利用1919—2009年的井数量、产量、压力等生产数据，提出DGRU模型，通过堆叠双向GRU层与Dropout正则化技术，显著提升了高维生产数据的长期依赖建模能力，均方根误差（RMSE）仅为0.00951，解决了传统统计方法和浅层机器学习模型在处理高维非线性数据时的局限性。

研究表明，RNN能够契合生产数据的时序特性与非平稳性，在单井产量预测、区块产能评估及开发方案优化中展现出优异的时序模式拟合能力。

2.3.4 长短期记忆网络（Long Short-Term Memory, LSTM）

LSTM通过门控机制（输入门、遗忘门、输出门）有效捕捉油气产量时序数据中的长期依赖关系，并避免梯度消失问题，从而实现对产量动态的高精度预测（图15）。该算法无须物理假设，可自动挖掘多维度生产数据的时序关联，精准拟合产量衰减与波动特征。

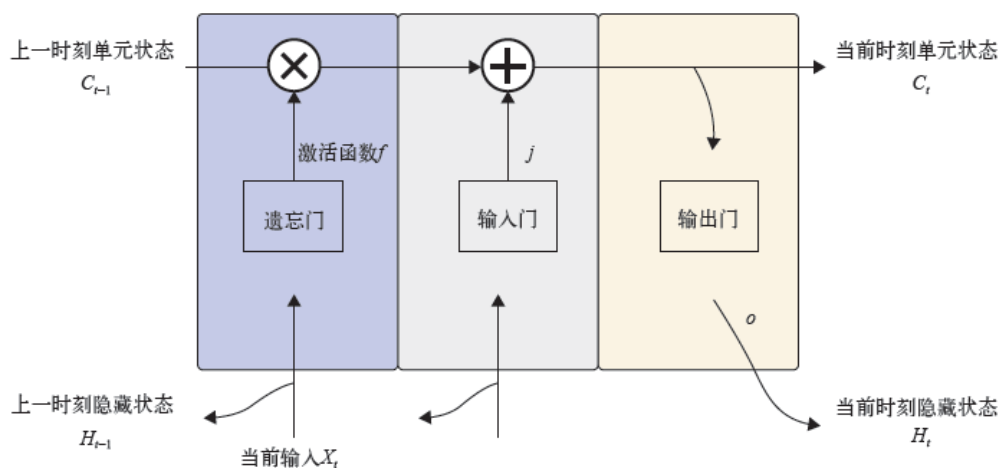


图 15 LSTM 原理示意图

Fig.15 Schematic illustration of Long Short-Term Memory network principle

Song 等[67]针对中国新疆的某火山岩油田裂缝性水平井开展时序产量预测研究，选取油井产量历史数据、油嘴尺寸等动态参数作为输入，通过构建LSTM结构，利用PSO算法优化神经元数量与时间窗口大小等关键参数，实现了对实际油井生产动态的逐日产量预测，最终平均绝对百分误差（MAPE）仅为9.88%。Huang 等[68]通过相关性分析筛选关键特征变量，结合滑动窗口技术构建多输入时序预测模型，有效捕捉多变量间的长期依赖关系与注气干扰下的产量波动特征。Yang 等[69]以3口页岩气井的长期生产数据为基础，针对页岩气井产量预测中传统解析方法精度不足、计算成本高及对复杂动态特征捕捉能力有限的问题，提出一种融合ESF、ARIMA与LSTM的混合预测框架，实现对非常规储层生产动态的高效建模。

现有研究表明，LSTM时序建模方法已在油气产量预测领域获得广泛应用，为适应不同应用场景的实际需求，学者们通过模型架构优化和算法改进，开发了多种变体模型，有效提升了预测精度。

2.3.5 图神经网络 (Graph Neural Network, GNN)

GNN 将物理实体抽象为图节点，以边描述井间地质连通与压裂干扰等空间关系，借助图卷积、图注意力机制聚合邻域信息，联合建模非结构化空间数据与生产动态数据，精准捕捉多井交互的非线性依赖。

Gao 等[70]针对中东低渗透碳酸盐岩油藏多井产量预测中井间空间关联与动态注气影响难以有效建模的问题，将GIR作为动态属性，通过关联系数量化注气对目标井的影响，结合GCN捕捉井网空间连通性，利用GRU捕获时间序列长期依赖，形成多维度输入的混合预测模型。Huang 等[71]针对具有189口井的常规多相流油气田开展动态产量预测研究，提出融合GNN与LSTM的深度代理模型，以井区渗透率、孔隙度等地质属性和井底压力、注水速率等时变控制参数为输入，通过构建“注入井—生产井”、“生产井—生产井”两类图结构，实现对变井控条件下产油率、产水率的高效预测。

大量研究表明，GNN 与其他时序模型相结合，能够突破单井独立预测局限，量化空间异质对产量的协同影响，在网井产能预测中，更准确刻画压裂干预、压力传导等多井动态交互效应，为解决复杂井组条件下的产量预测问题提供了有效的技术方案。

2.3.6 模型优化与性能评估

在油气产量预测中，为提升深度学习模型的可信度与可解释性，学者们引入SHAP值。该方法基于合作博弈论的边际贡献原理，通过对比特征存在与否时模型预测结果的差异，量化每个特征对预测结果的影响程度[72-73]。在页岩气井产能预测中，SHAP值分析可明确揭示储层压力、渗透率、压裂规模等关键参数的贡献度，帮助工程师优化开发方案。Kong等[74]将渗流力学方程嵌入神经网络损失函数，使预测结果与地层压力变化的吻合度显著提升，同时结合SHAP分析为压裂参数优化提供依据。为客观评估预测模型的有效性，通常采用均方误差(MSE)、决定系数(R²)和平均绝对百分比误差(MAPE)：MSE衡量预测值与真实值的绝对差异；R²反映模型对数据变化的解释能力；MAPE则量化相对预测误差[75]。

在模型优化领域，学者们针对时间序列与多变量耦合问题提出了多种混合模型架构，其中Chen等[76]开发的CNN-GRU模型通过结合CNN的多变量时空特征提取能力和GRU的时序依赖性捕捉优势，并采用BO进行自动调参，在CO₂驱油与水驱项目中显著降低了预测误差。与此同时，模型训练过程中的参数优化也取得了重要进展，基于Adam算法的权重更新机制通过动态调整一阶矩(m_t)与二阶矩(v_t)有效缓解了梯度消失问题，而自适应误差反馈机制则利用高/低估评估指数动态调整特征权重，较好地解决了模型过拟合与欠拟合的平衡问题。此外，针对实际生产环境中的动态变化特性，学者们采用滚动时间窗与在线学习策略来持续评估和提升模型的适应能力。

3、预测方法的应用与发展趋势

3.1 油田实际开发中的应用

油气产量预测方法的发展经历了从传统方法到机器学习再到深度学习的演进过程，其方法选择主要取决于油气类型的地质特征和开发需求（表4）。在已具备完善开发数据的成熟油气田，经过参数优化的改进型传统方法仍能保持较好的预测性能。刘传喜等[77]针对油气田开发初期生产数据较少的情况，提出基于经验公式、相似类比或数值模拟获取可采储量，结合试凑法和加权平均求解模型参数，并通过对比预测结果与实际数据的相关性优选模型，应用于中原油田古近系沙河街组一段下亚段油藏（常规砂岩油藏），利用前6年实际生产数据，成功构建3种模型并预测中长期产量，其中HCZ模型R²达0.938，显著提升了开发初期决策的科学性。对于进入产量递减阶段的油田，基于递减曲线分析与水驱特征曲线相结合的动态评估方法，是剩余储量评价和注采方案优化的关键技术手段。刘秀婷等[78]针对辽河油田“十五”期间产量预测问题，综合考虑开发时间、探明储量、新建产能等10个影响因素，通过偏相关系数筛选出动用储量、新建产能、油井总数及上年产量4个显著因素，构建多元线性回归模型，实现了新老油区产量的综合预测。

表4 不同类型油气适用方法汇总表
Table 4 Summary of applicable methods for different types of oil and gas reservoirs

油气类型	适用方法	方法优势	应用案例
常规油气	数值模拟、典型曲线匹配法、LR等	基于物理机理，适合结构化数据，时序特征分析能力强	大庆、长庆和吉林油田3个低渗透油区压裂水平井见水阶段产量递减规律研究
页岩油气	LSTM、BiGRU—DHNN、CNN—BiGRU—AM等	有效捕捉复杂非线性特征和多尺度动态变化规律，多模态数据融合提升精度	加拿大 Alberta 页岩气产量预测；复杂裂缝形态下的产量预测
煤层气	TL、Bi-LSTM、GRU—MLP等	融合时间、空间、地质特征解决小样本与数据不完整问题	韩城区块煤层气新井产量预测；长时序产气预测
致密砂岩油气	GCN—LSTM、AST—GCN BiGRU—DHNN等	捕捉井间干扰与复杂渗流特征，利用物理约束增强可解释性	多裂缝井长期产量预测；碳酸盐储层井网产量预测

针对地质条件复杂或数据稀缺的油气田，传统机器学习与深度学习方法展现出显著的技术优势。Shoebibi等[79]对比分析了递减曲线分析、物理模型、深度学习模型及混合模型（物理模型与深度学习模型结合）在产量预测中的表现。在荷兰北海某气田的短期预测中，深度学习模型基于累计产气量、井口压力和节流阀开度等参数，实现了0.2%的相对误差，准确捕捉了生产动态波动。中期预测中，物理模型累计产量误差为1.16%，但无法反映动态波动；深度学习模型误差低至0.78%；混合模型因初始地质储量不确定性误差超过10%。在英国北海某气田的长期预测中，递减曲线分析误差超过60%；物理模型预测接近实际地质储量，而深度学习模型出现严重高估；混合模型预测结果与实际数据吻合良好，验证了物理约束对中长期预测的稳定作用，同时物理—数据融合可抑制长期非理性外推。

3.2 技术发展趋势

当前油气产量预测研究面临高维数据抽象困难、小样本泛化能力弱以及动态非线性系统建模受限等关键挑战。针对这些问题，技术发展呈现出多维度融合的创新趋势。在数据驱动方法优化方面，研究重点包括构建自动化特征选择与参数优化框架以减少人工干预，以及采用多模型协同策略提升多源异构数据的处理鲁棒性[80]。同时，为应对数

据稀缺与实时性需求的双重约束，学者们提出了基于迁移学习和数据增强的少样本建模方法，并创新性地将达西定律等核心物理方程作为软约束嵌入机器学习模型的损失函数，通过增加物理一致性损失项来强制模型预测同时满足数据规律与物理机理，从而显著提升对储层动态耦合效应的量化精度和预测的物理合理性[81]。现有研究仍处于探索期，需通过大量实验验证进一步提升模型的可靠性与可解释性。

为进一步满足井下实时决策对计算效率的严苛要求，轻量化建模技术成为另一重要发展方向。通过模型压缩、知识蒸馏及高效网络架构设计等方法，在保证预测精度的前提下大幅降低模型复杂度与算力需求，实现从理论模型到工程应用的跨越。这种融合物理约束、数据驱动与轻量化计算的技术范式，可以克服传统纯数据模型在物理一致性方面的固有缺陷，还能有效支持基于实时数据的井下动态优化决策，为复杂油气生产环境提供兼具高精度、强解释性与工程实用性的新一代解决方案。其核心价值在于通过物理机理与数据规律的协同优化，实现对储层动态行为的更精准刻画，同时依托高效计算架构确保技术方案的现场适用性。

4、结论

(1) 在理论研究层面，传统递减模型为产量预测提供了基础框架，但对复杂非线性动态适应性有限。机器学习通过数据特征挖掘提升了预测精度，而深度学习则突破时序预测瓶颈，实现了高维非线性关系的精准刻画。

(2) 在实践应用方面，传统机器学习方法在中高渗油气田及成熟油气田的短期产量预测中具有较好适用性；深度学习方法则在页岩油气、致密砂岩油气等复杂储层动态产量预测中更具优势，平均误差较传统方法降低10%~20%，为油气田开发决策提供了可靠依据。

(3) 当前研究在数据质量优化、模型泛化性能提升以及多学科交叉融合等方面仍存在提升空间。油气产量预测的智能化发展需通过智能算法与传统预测模型的优势互补，整合多学科理论方法和技术手段，为油气产业的技术突破提供新动能。

◆ 渤海湾盆地黄骅坳陷纹层型页岩地质特征

形成环境与储油性能差异特征

陈长伟¹ 官全胜¹ 杜志远²

崔宇¹ 陆永潮² 王华²

1、中国石油大港油田公司；

2、中国地质大学(武汉)构造与油气教育部重点实验室

摘要:

纹层发育是中国东部断陷湖盆陆相页岩的典型特征之一,渤海湾盆地黄骅坳陷发育古近系孔二段、沙三段、沙一段3套页岩层系,形成于不同的沉积环境,从而形成了不同的纹层单元,然而不同类型纹层的含油性、储集性、可压裂性存在差异性,制约了页岩油的勘探开发效果。基于渤海湾盆地黄骅坳陷古近系孔二段、沙三段、沙一段3套页岩层系岩心、测井、录井等资料,在基础地球化学和岩矿分析基础上,综合AMICSCAN矿物扫描、高分辨率扫描电镜、能谱元素、微米CT扫描及真三轴水力压裂模拟等技术手段,开展页岩不同类型纹层的多尺度精细刻画,明确了不同纹层型页岩的形成环境、储集能力、渗流能力和可压裂性特征。

黄骅坳陷孔二段页岩主要为长英质页岩,兼混合质页岩及少量灰云质页岩;沙三段页岩主要为混合质页岩,兼长英质页岩;而沙一段页岩主要为混合质页岩兼少量灰云质页岩和长英质页岩。孔二段页岩主要发育长英质纹层及少量灰云质纹层、黏土质纹层,沙三段页岩主要发育灰云质纹层、黏土质纹层及少量长英质纹层,沙一段页岩主要发育灰云质纹层及少量长英质纹层、黏土质纹层。黏土质纹层常具有较高的有机质,作为微观源—储系统中的生烃部分,为页岩油富集奠定资源基础;长英质纹层和灰云质纹层常具有较好的储集物性,作为微观源—储系统中的储集部分,为页岩油提供储集和赋存空间。相对于层状和块状页岩,发育高频纹层的页岩储层具有更大的比表面积,油气的充注面积也更大,孔隙连通性更好,并且发育高频纹层的地层持续生烃增压,一直处于超压状态,同时生烃过程中产生的有机酸溶蚀长石、灰云质等矿物形成微米级溶蚀孔,可以改善页岩储层物性,提升其渗流能力。物理模拟压裂实验结果表明,纹层状长英质页岩具有最好的压裂效果,其次是纹层状混合质页岩,而块状灰云质页岩压裂效果最差。

关键词:孔二段;沙三段;沙一段;纹层型页岩;储集性;含油性;压裂效果;黄骅坳陷;渤海湾盆地

0、引言

中国陆相页岩油资源潜力巨大,是未来油气储量、产量实现规模增长的重大领域[1-4]。近年来,页岩油的勘探相继在准噶尔盆地二叠系芦苇沟组、鄂尔多斯盆地三叠系延长组、四川盆地下侏罗统凉高山组、松辽盆地白垩系青山口组、渤海湾盆地古近系孔店组和沙河街组,以及苏北盆地溱潼凹陷古近系阜宁组获得工业突破,证实了陆相页岩油的良好勘探潜力[5-14]。根据岩石组构类型与富集机理,页岩油可划分为纹层型、夹层型、混积型3种类型,其中纹层型页岩油分布面积最广,资源量最大,占总资源量的72%,目前已在渤海湾、松辽、鄂尔多斯等多个盆地取得勘探突破[15-20]。

随着勘探和研究的进一步深入,发现湖相纹层状页岩既有较好的生烃潜力又有较好的孔渗条件,页岩的纹层越发育,储集能力和渗流能力越好,也更有利于压裂改造[2,9,21],因此,纹层发育密集段被认为是页岩油的有利勘探目的层[22-24]。越来越多的证据表明,湖相细粒沉积岩发育多种类型纹层,不同类型的纹层对页岩油储集性、可动性及页岩可压裂性具有重要影响,然而不同沉积环境(例如咸水、半咸水、淡水)形成的纹层、纹层组合,以及储油性能之间的差异性尚不清晰[25]。渤海湾盆地黄骅坳陷

沧东凹陷孔店组二段（孔二段）、歧口凹陷沙河街组三段（沙三段）和沙河街组一段（沙一段）已被证实具备良好的页岩油勘探开发前景[9,26]。2013年，中国石油大港油田率先开展沧东凹陷孔二段500m长井段连续取心，2018年在国内率先实现纹层型页岩勘探突破，2021年实现3套页岩层系全面突破，日产油上升到300t，最高日产油369t，2023年率先建成了中国首个十万吨级陆相页岩油效益开发示范平台。关于沧东凹陷孔二段页岩油的富集规律研究，已经认识到“三高一中”是湖相页岩油富集的有利条件，即高脆性（长英质含量大于50%）、高纹层密度（纹层密度大于11000层/m）、高有机碳含量（2%~6%）、中等热演化程度（ R_o 为0.6%~1.2%）[27]。前人的研究表明孔二段、沙三段、沙一段沉积于不同的气候背景和古湖盆环境中，分别代表着咸水、淡水—微咸水及半咸水—咸水的水体中，从而导致纹层类型、组分、结构的差异性[9,26]，继而影响页岩油的含油性、储集性、可动性、可压裂性等甜点评价。目前国内外尚未有针对不同类型纹层发育特征和形成环境差异性的系统对比研究。本文以渤海湾盆地黄骅坳陷为例，聚焦沧东凹陷孔二段和歧口凹陷沙三段、沙一段页岩油，采用大量的原位表征和测试手段，对纹层的类型、形成环境、控制因素及对页岩储集性、渗流能力和压裂效果的影响进行系统分析，以期为中国陆相页岩油勘探理论和技术的发展提供借鉴和参考。

1、地质背景

黄骅坳陷位于渤海湾盆地腹地，属于次级负向构造单元之一，面积约为 $1.7 \times 10^4 \text{km}^2$ ，主要发育沧东凹陷、歧口凹陷两大含油气凹陷（图1a、b）。黄骅坳陷古近系发育孔店组、沙河街组、东营组等多套地层，其中沧东凹陷孔二段、歧口凹陷沙三段和沙一段的泥页岩为3套主力烃源岩发育层段，厚度为200~500m，埋深为2500~5000m，既是常规油气藏的主要供烃层系，又是页岩油勘探的重点层段（图1c）[28]。3套页岩层系的沉积环境涵盖了淡水、半咸水和咸水环境，发育了长英质、灰云质、黏土质、混合质4种不同类型的页岩，并且涵盖了中低—中高成熟度，发育不同类型纹层的页岩油均获得勘探突破，充分表明3套烃源岩层系均具有页岩油勘探开发潜力。2018年，GD1701H、GD1702H两口井压裂后均获高产稳产，分别累计产油8964m³、12080m³，率先在沧东凹陷孔二段实现页岩油重大突破；随后借鉴沧东凹陷页岩油勘探开发经验，歧口凹陷沙三段（B56-1H井）页岩油、沙一下亚段（QY1H井）页岩油也取得勘探突破，两口突破井分别累计产油8075t、9526t。

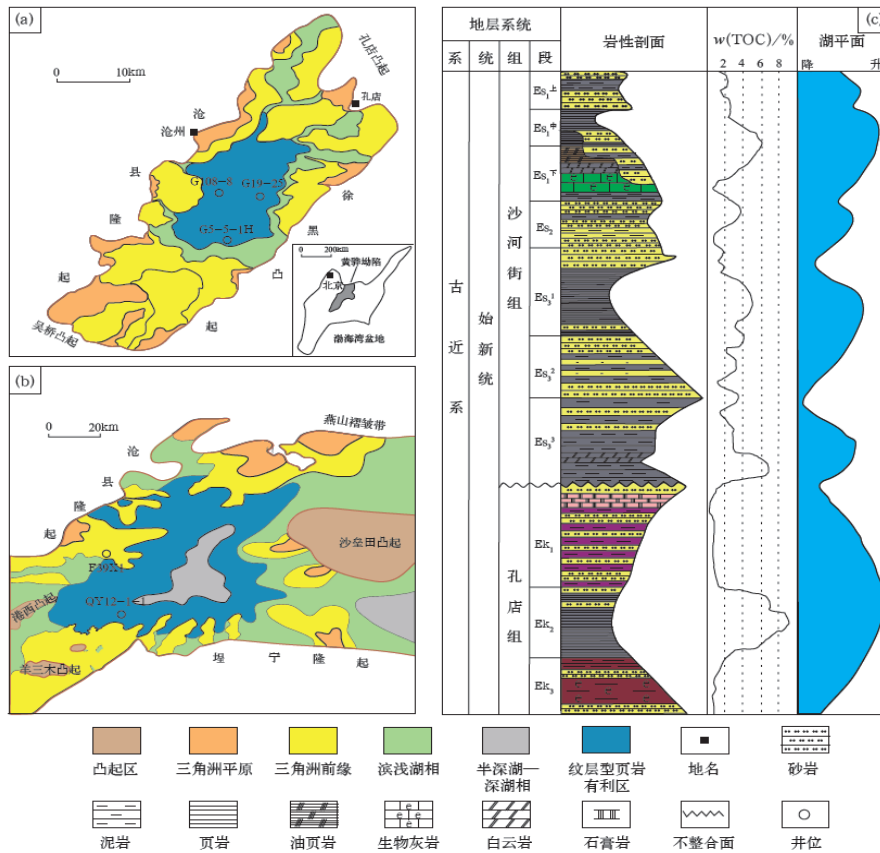


图1 黄骅坳陷沧东凹陷、歧口凹陷沉积相图及地层发育特征图 [26,28]
 Fig.1 Sedimentary facies distribution and stratigraphic development characteristics in Cangdong Sag and Qikou Sag, Huanghua Depression [26,28]

(a) 沧东凹陷孔二段沉积相图; (b) 歧口凹陷沙三段沉积相图; (c) 黄骅坳陷古近系孔店组、沙河街组地层柱状图

沧东凹陷孔二段页岩层系为一套半干旱—潮湿的咸化闭塞湖盆沉积[29]，孔二段沉积初期处于湖泛状态，水体持续加深进入湖侵期，湖盆可容纳空间达到最大，然后进入湖退时期，湖盆萎缩，水体变浅，盐度增高[30]，主要发育长英质、混合质和灰云质页岩，处于中等成熟阶段。歧口凹陷沙三段页岩层系为一套半深湖—深湖的淡水—微咸水湖盆沉积，沉积水体较深，可容纳空间较大，整体处于欠补偿状态[31]，主要发育混合质和长英质页岩，处于中高成熟阶段[32]。歧口凹陷沙一段页岩层系发育于湖盆萎缩阶段[33]，为一套半干旱—半潮湿的半咸水沉积，主要发育灰云质页岩，其中夹有混合质页岩[34]，埋深相对较浅，仍处于中低成熟阶段[35]。

初步评估，沧东凹陷孔二段页岩油甜点区分布面积达260km²，其中I类甜点区面积为200~400km²，资源量为10.96×10⁸t；歧口凹陷沙三段页岩油甜点区分布面积达1200km²[26]，其中I类甜点区面积为125km²，资源量为2.4×10⁸t；歧口凹陷沙一段页岩油I类甜点区面积为86km²，资源量为0.75×10⁸t。

2、古近系页岩层系地质特征

本文研究的泥页岩样品取自渤海湾盆地黄骅坳陷沧东凹陷孔二段G108-8井、G5-5-1H井、G19-25井，歧口凹陷沙三段QY12-1-1井、F39X1井，以及沙一段QY12-1-1井。针对典型样品开展薄片观察、有机地球化学测试、X衍射(XRD)矿物分析、AMICSCAN矿物扫描、高分辨率扫描电镜、能谱元素、微米CT扫描及真三轴水力压裂模拟等实验。

2.1 有机地球化学特征

沧东凹陷孔二段页岩有机质丰度较高,TOC介于0.14%~7.79%,平均为3.09%(图2a),有机质以腐泥型和腐殖—腐泥型为主(图2b),含有少量的腐泥—腐殖型和腐殖型[30];岩石热解S1平均为2.41mg/g,S2平均为17.05mg/g,Ro的范围是0.7%~1.2%,处于中等热演化阶段[27]。歧口凹陷沙三段页岩有机质丰度相对较低,TOC介于0.06%~3.87%,平均为1.30%(图2a),有机质以腐殖—腐泥型及腐泥—腐殖型为主(图2b);S1平均为0.90mg/g,S2平均为2.63mg/g,Ro的范围是0.7%~1.7%,处于中高等热演化阶段。歧口凹陷沙一段有机质丰度介于沙三段和孔二段之间[35],TOC介于0.30%~3.52%,平均为1.68%(图2a),有机质以腐泥型和腐殖—腐泥型为主(图2b)[34];S1平均为0.69mg/g,S2平均为9.60mg/g,Ro介于0.5%~0.8%,处于低—中等热演化阶段。

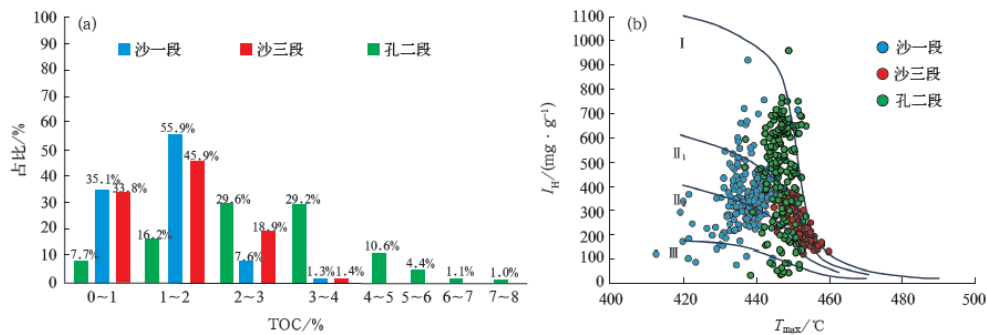


图2 黄骅坳陷古近系3套页岩有机地球化学特征图

Fig.2 Organic geochemical characteristics of the three sets of shale in the Paleogene, Huanghua Depression

2.2 矿物组成及岩石类型

XRD矿物分析表明黄骅坳陷古近系3套页岩的矿物主要由石英、长石等长英质矿物,方解石、白云石等灰云质矿物,伊利石、绿泥石等黏土矿物及方沸石等组成(图3)。以长英质矿物、灰云质矿物、黏土矿物作为三端元,将黄骅坳陷古近系的3套页岩划分为长英质页岩、灰云质页岩、黏土质页岩和混合质页岩4种类型。其中,孔二段的矿物组成以长英质矿物和灰云质矿物为主,含少量黏土矿物,沙三段的矿物组成以长英质矿物、黏土矿物和灰云质矿物为主,沙一段的矿物组成以灰云质矿物、长英质矿物为主,并发育少量黏土矿物。因此孔二段的页岩类型主要为长英质页岩,兼混合质页岩及少量灰云质页岩(图3a),沙三段的页岩类型主要为混合质页岩,兼长英质页岩(图3b),沙一段的页岩类型主要为混合质页岩及少量灰云质页岩和长英质页岩(图3c)。

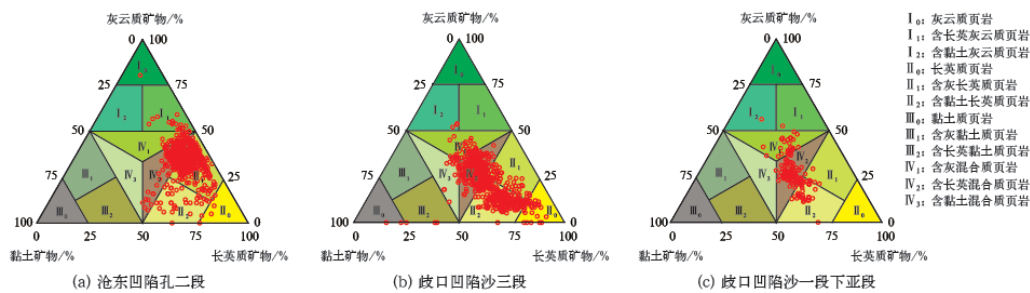


图3 黄骅坳陷古近系页岩矿物三元岩石类型图

Fig.3 Ternary diagram of shale minerals in the Paleogene, Huanghua Depression

3、纹层特征和形成环境

纹层是沉积岩中可分辨的最小或最薄的原始沉积层，用肉眼和光学显微镜能够识别的一种毫米级的微地层单元，具有独特的成分和结构特征，内部无法继续分层，厚度一般小于1mm[15,36]。随着研究的深入，越来越多的学者发现页岩中的纹层类型复杂，在颜色、形态、物质组成、结构、构造上存在明显的差别，尤其是在湖盆沉积中，沉积物对环境变化更敏感，因此湖相页岩具有更强的非均质性，不同纹层也有更显著的差别[37-40]。按照矿物成分可以分为长英质纹层、灰云质纹层、黏土质纹层（富有机质纹层）等。

3.1 纹层类型及矿物特征

黄骅坳陷3套页岩层系主要发育长英质纹层、灰云质纹层和黏土质（有机质）纹层（图4）。其中，孔二段页岩层系主要发育长英质纹层及少量灰云质纹层、黏土质纹层，沙三段页岩层系主要发育灰云质纹层、黏土质纹层及少量长英质纹层，沙一段页岩层系主要发育灰云质纹层及少量长英质纹层、黏土质纹层。长英质纹层在薄片下呈黄白色、灰白色等亮色，在荧光薄片下观察呈黄白色或蓝白色中等荧光，根据AMICS分析，其矿物组分主要为长石、石英及一些黏土矿物（图4）。灰云质纹层在薄片下呈灰白色、黄白色等亮色，在荧光薄片下呈蓝白色或黄绿色中等荧光，根据AMICS分析，其矿物组分主要为泥晶方解石、白云石及亮晶白云石、方解石等矿物（图4）。富含有机质的黏土质纹层，在薄片下呈黑色、黄褐色等暗色，在荧光薄片下观察荧光亮度低或者发黄褐色暗光，根据AMICS分析，其矿物组分主要为伊利石、绿泥石、微晶方解石、白云石及石英等矿物[28]。暗色黏土质（有机质）纹层的有机碳含量高，常作为微观源—储系统中的生烃部分，为页岩油富集奠定资源基础，而灰云质纹层和长英质纹层的储集物性较好，常作为微观源—储系统中的储集部分，为页岩油提供储集和赋存空间。

纹层类型	长英质纹层	灰云质纹层	黏土质 (有机质) 纹层
薄片			
荧光			
AMICS			

图4 黄骅坳陷古近系不同类型纹层的薄片、荧光和 AMICS 照片特征图

Fig.4 Characteristics of thin section, fluorescence and AMICS images of different types of shale laminae in the Paleogene, Huanghua Depression

3.2 纹层含油性和储集性

目前砂岩和碳酸盐岩是常规油气藏的主要储层，油气储量约占全世界油气总储量的85%以上，产量更是占到90%以上；与常规的砂岩和碳酸盐岩储层相似，长英质页岩和灰云质页岩中的储层以不同尺度的纹层结构呈现，油气依然富集在长英质和灰云质的孔隙和裂缝中。湖相纹层型页岩有较好的生烃潜力及孔渗条件，因此纹层发育密集段被认为是页岩油的有利勘探目的层[41]。利用全息扫描荧光技术和微钻对典型页岩样品中不同类型纹层开展含油性分析，可见不同类型纹层含油性具有显著差异，长英质纹层、灰云质纹层含油量高于黏土质（有机质）纹层，长英质纹层含油量可达27.1mg/g，灰云质纹层含油量为25.6mg/g，黏土质纹层含油量为6.3mg/g（图5）。

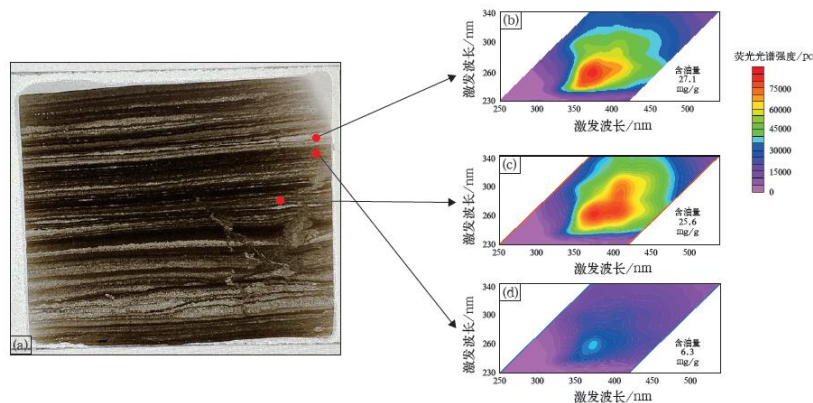


图5 沧东凹陷孔二段页岩不同纹层微钻取样定量荧光分析图

Fig.5 Micro-drilling sampling and quantitative fluorescence analysis of shale laminae in the second member of Kongdian Formation, Cangdong Sag

(a) G108-8 井, 3231.55m, 孔二段, 岩石薄片; (b) 长英质纹层 (浅色纹层), 荧光光谱; (c) 灰云质纹层 (浅色纹层), 荧光光谱; (d) 黏土质纹层 (深色纹层), 荧光光谱

高分辨率扫描电镜和微米CT扫描分析表明，纹层状页岩普遍发育微米—纳米级粒间孔、晶间孔等（图6），孔径主要为50~500nm；此外，孔隙顺纹层集中发育特征明显，主要集中发育在长英质等脆性矿物纹层中。前人研究表明，脆性矿物纹层厚度仅占35%，但对页岩孔隙度的贡献率可达85%以上[28]，长英质纹层、灰云质纹层和黏土质纹层有序堆叠时，长英质纹层和灰云质纹层可提供良好的储集和赋存空间。

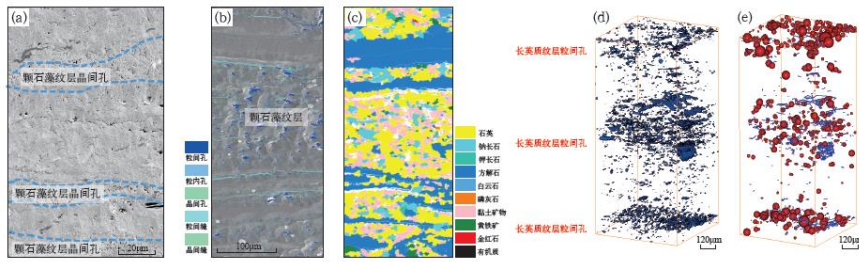


图6 黄骅拗陷古近系纹层状页岩储集空间分布特征图

Fig.6 Reservoir space distribution characteristics of the Paleogene laminated shale in Huanghua Depression
(a) 沙一段下亚段，纹层状灰云质页岩，高分辨率电镜扫描图；(b) 沙三段，纹层状混合质页岩，高分辨率电镜扫描图；(c) 沙三段，纹层状混合质页岩，AMICSCAN 矿物扫描图；(d) 孔二段，纹层状长英质页岩，微米 CT 扫描，孔隙三维分布图；(e) 孔二段，纹层状长英质页岩，微米 CT 扫描，球棍模型图

高分辨率扫描电镜观察分析结果表明，长英质纹层发育大量微米级原生粒间孔（含油膜），并发育少部分黏土矿物片间孔、长石及灰云质矿物溶蚀孔（图7a—c）；灰云质纹层发育大量白云石溶蚀孔、微晶白云石晶间孔，并发育少部分原生粒间孔、黏土矿物片间孔（图7d—f）；黏土质纹层发育大量的黏土矿物片间孔并发育部分原生粒间孔、晶间孔等（图7g—i）。综合分析认为，长英质纹层中的孔隙空间以原生粒间孔为主，灰云质纹层中的孔隙空间以溶蚀孔、晶间孔为主，黏土质纹层中的孔隙空间以黏土矿物片间孔为主，因此长英质纹层储集性能最优，其次为灰云质纹层，黏土质纹层储集性能最差。

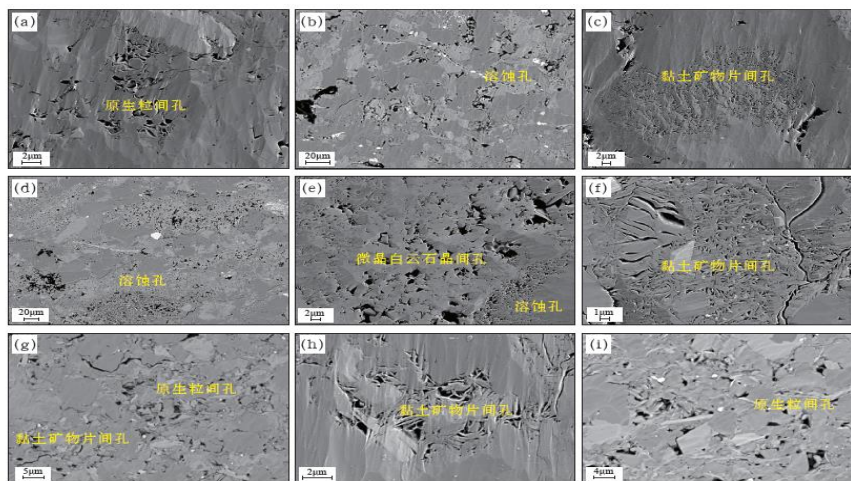


图7 沧东凹陷孔二段不同纹层发育的孔隙类型扫描电镜特征图

Fig.7 SEM observed pore types in different types of shale laminae in the second member of Kongdian Formation, Cangdong Sag

(a) 长英质纹层，原生粒间孔，G5-5-1H井，4103.51m；(b) 长英质纹层，溶蚀孔，G5-5-1H井，4103.51m；(c) 长英质纹层，黏土矿物片间孔，G5-5-1H井，4103.51m；(d) 灰云质纹层，溶蚀孔，G5-5-1H井，4097.05m；(e) 灰云质纹层，微晶白云石晶间孔，G5-5-1H井，4097.05m；(f) 灰云质纹层，黏土矿物片间孔，G5-5-1H井，4097.05m；(g) 黏土质纹层，原生粒间孔、黏土矿物片间孔，G5-5-1H井，3997.54m；(h) 黏土质纹层，黏土矿物片间孔，G5-5-1H井，3997.54m；(i) 黏土质纹层，原生粒间孔，G5-5-1H井，3997.54m

3.3 纹层形成环境

沙一段沉积环境为半干旱—半潮湿的半咸水到咸水湖盆[34]（图8a），水体较浅，水体盐度增加，易形成灰云质纹层。沙一段纹层类型主要包含灰云质纹层和长英质纹层两种（图9）。灰云质纹层的矿物组分主要为泥晶—微晶方解石及白云石，而长英质纹层中的矿物组分主要为碎屑石英、长石、方沸石及白云石等。

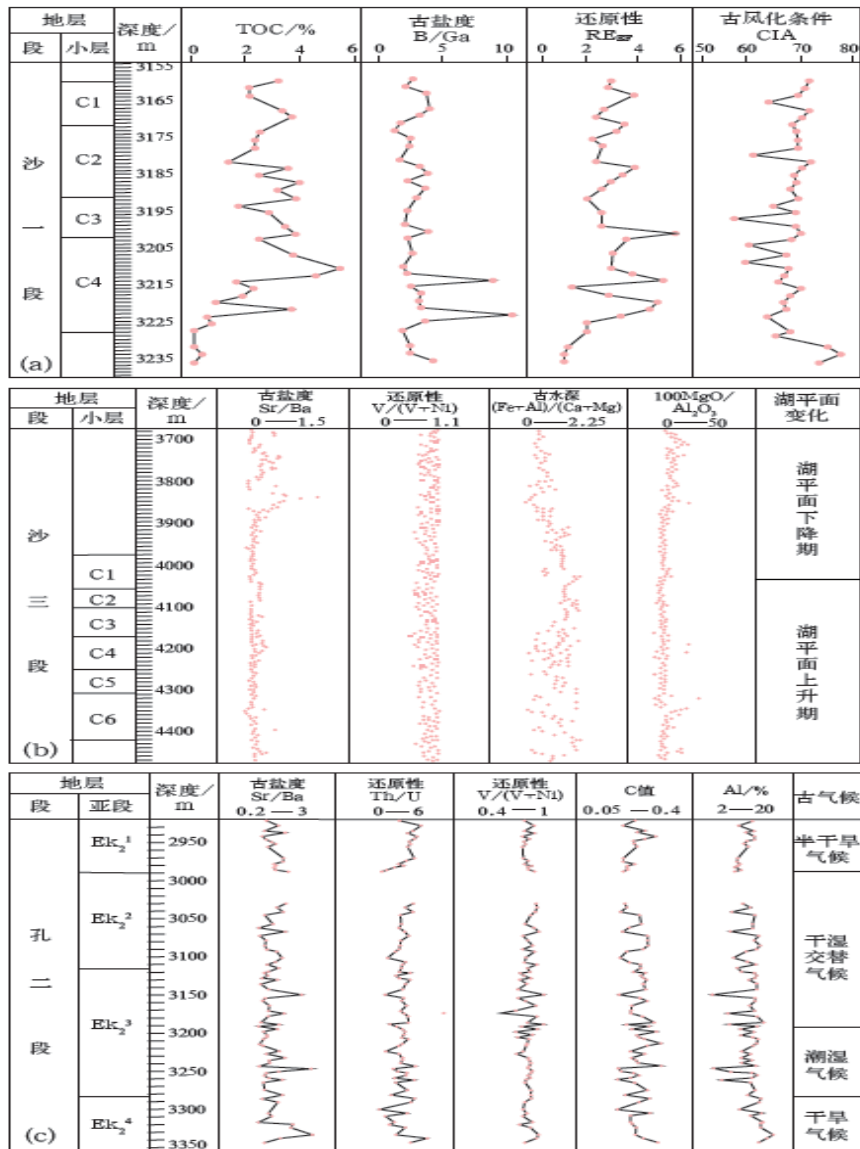


图 8 黄骀坳陷古近系 3 套页岩微量元素指标纵向变化特征图
 Fig.8 Vertical variation characteristics of trace element indexes of the three sets of shale in the Paleogene, Huanghua Depression
 (a) 歧口凹陷沙一段 QY1H 井; (b) 歧口凹陷沙三段 QY12-1-1 井; (c) 沧东凹陷孔二段 G108-8 井

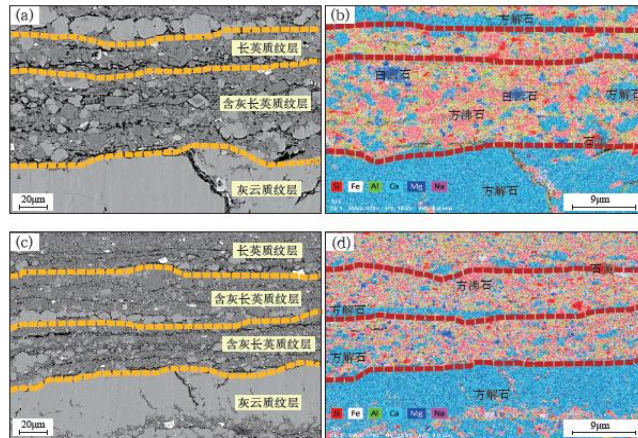


图9 歧口凹陷沙一段长英质纹层、灰云质纹层发育特征图

Fig.9 Development characteristics of felsic laminae and limy-dolomitic laminae in the first member of Shahejie Formation, Qikou Sag

(a) QY12-1-1 井, 3673.57m, 高分辨率扫描电镜尺度下的灰云质纹层和长英质纹层特征; (b) 与 (a) 同视域的能谱元素图; (c) QY12-1-1 井, 3673.57m, 高分辨率扫描电镜尺度下的长英质纹层和灰云质纹层特征; (d) 与 (c) 同视域的能谱元素图

沙三段沉积时期, 气候变暖, 降雨量增多, 沉积环境为半深湖到深湖, 且微咸水到淡水湖盆[31] (图8b), 水体相对于孔二段和沙一段沉积时期较深, 为缺氧的弱还原—还原环境[32], 形成黏土质纹层。沙三段纹层类型主要为灰云质纹层和黏土质纹层两种, 兼部分长英质纹层 (图10)。灰云质纹层的矿物组分主要为泥晶—微晶方解石、白云石等, 而黏土质纹层的矿物组分以黏土矿物为主, 含有泥晶—微晶方解石、石英及白云石等。

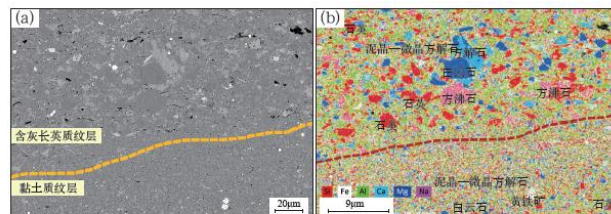


图10 歧口凹陷古近系沙三段长英质纹层、黏土质纹层发育特征图

Fig.10 Development characteristics of felsic laminae and clay laminae in the third member of the Paleogene Shahejie Formation, Qikou Sag

(a) F39X1 井, 3993.29m, 长英质纹层、黏土质纹层二元混积; (b) 与 (a) 同视域的能谱元素图

孔二段沉积环境整体上半干旱—潮湿的咸水湖盆[42] (图8c), 其沉积环境从湖泛初期到半深湖再到半深湖—深湖, 以及最后的滨湖沉积, 表现为先湖侵再湖退的沉积旋回[43]; 半干旱—潮湿的气候使陆源碎屑的输入增强, 从而形成长英质纹层; 半干旱气候期湖水的蒸发量大于注入量, 表现为湖平面下降, 同时水体中的盐度增加, 方解石、白云石等矿物沉淀, 从而形成灰云质纹层。孔二段纹层类型包含长英质纹层、灰云质纹层两种 (图11)。基于扫描电镜成像技术和能谱元素面扫分析, 长英质纹层中的矿物组分主要为石英、长石、方沸石及白云石等; 而灰云质纹层的矿物组分主要为泥晶方解石、白云石及微晶石英等。

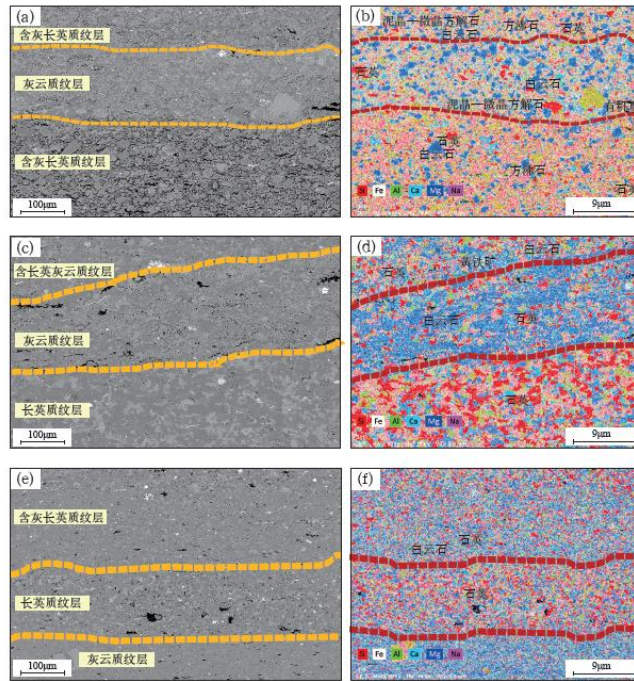


图 11 沧东凹陷古近系孔二段长英质纹层、灰云质纹层发育特征图

Fig.11 Development characteristics of felsic laminae, limy-dolomitic laminae in the second member of the Paleogene Kongdian Formation, Cangdong Sag

(a) G19-25 井, 3342.32m, 长英质、灰云质二元混积; (b) 与 (a) 同视域的能谱元素图; (c) G5-5-1H 井, 4097.05m, 长英质、灰云质二元混积; (d) 与 (c) 同视域的能谱元素图; (e) G5-5-1H 井, 4103.51m, 长英质、灰云质二元混积; (f) 与 (e) 同视域的能谱元素图

4、不同纹层型页岩储油性能特征对比

4.1 高频纹层发育利于页岩油富集和渗流

通过对比纹层状页岩和层状、块状页岩的比表面积、孔隙连通性、含油饱和度3个方面，发现高频纹层发育的页岩具有孔隙接触比表面积大、孔隙连通性好、渗流能力强的特点。发育高频纹层的页岩储层比表面积更大，相对于常规油藏所需的充注压差小。在相同的纹层类型页岩体积内，随着纹层密度的增加，长英质纹层或者灰云质纹层等脆性纹层和黏土质纹层之间的层理面增加，可以作为优势渗流通道，油气充注面积也会相应地增加，油气充注面积的增加更有利于油气充注（图12），因此发育高频纹层的页岩油气充注面积更大，更利于页岩油富集。

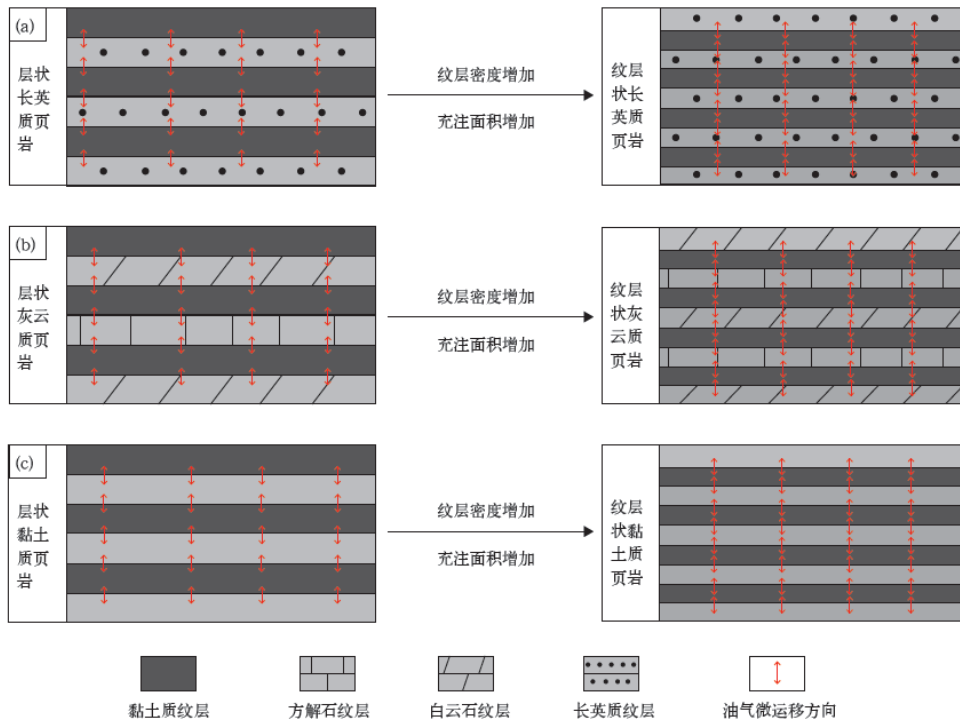


图 12 黄骅坳陷不同类型页岩纹层密度增加时充注面相应增加示意图

Fig.12 Schematic diagram of hydrocarbon charging surface increasing corresponding to density increase of different types of shale laminae, Huahua Depression

对典型纹层状页岩和层状页岩样品进行洗油前后的氮气吸附实验分析对比，并比较二者洗油前后的孔隙增量及孔径分布。结果表明纹层状页岩洗油后的孔隙增量较高，孔隙连通比例占30%~40%，孔隙连通性较好（图13a）；而发育层状/厚层状页岩洗油效率低，洗油后孔隙增量不明显，孔隙连通性较差（图13b），页岩油产出难度更大，主要是因为发育高频纹层的页岩具有更好的孔隙连通性，更有利于页岩油渗流。

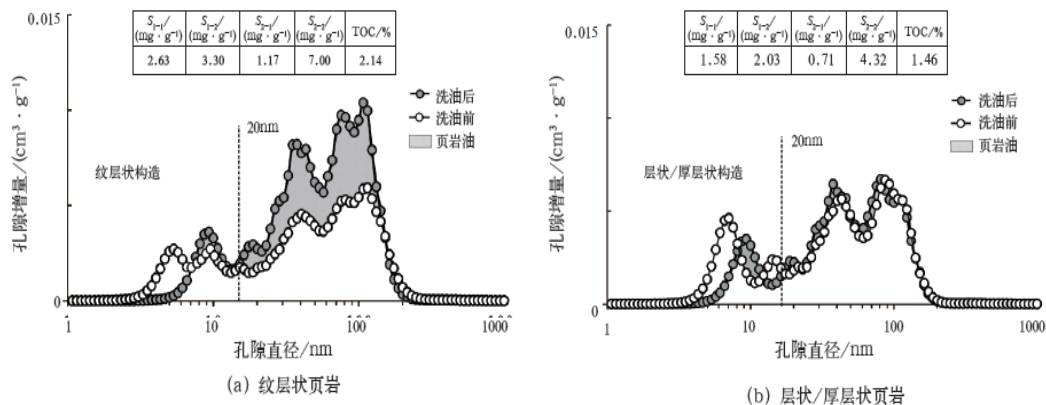


图 13 洗油前后页岩储层孔隙增量对比图

Fig.13 Comparison of pore increment of shale reservoir before and after oil washing

发育高频纹层的页岩具有较多的富有机质纹层，持续生烃增压使地层整体处于超压状态，压力系数最高可以达到1.58，因此页岩整体具有更高的含油饱和度，并且有机质生烃过程中也会产生有机酸，对长石、灰云质矿物等产生溶蚀作用，形成微米级长石溶蚀孔、灰云质矿物溶蚀孔，与储层协同演化，改善储层物性，从而改善了页岩的储集能力和渗流能力（图14）。

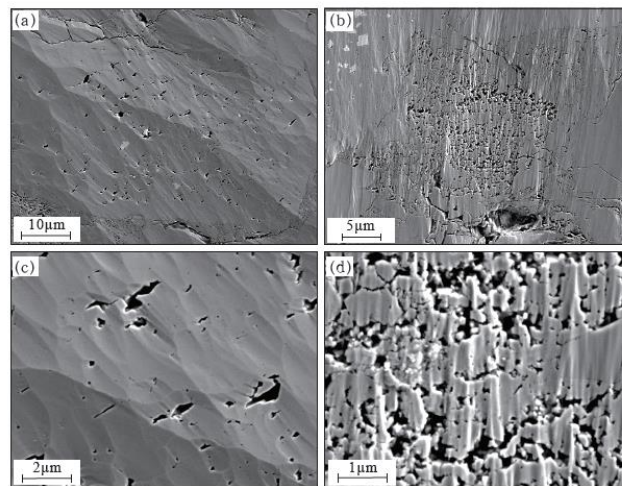


图 14 沧东凹陷孔二段长英质页岩内长石、灰云质矿物溶蚀现象特征图

Fig.14 Dissolution characteristics of feldspar and limy-dolomitic minerals in felsic shale in the second member of Kongdian Formation, Cangdong Sag

(a) G5-5-1H 井, 4096.6m, 高分辨率扫描电镜尺度下长石溶蚀孔; (b) G5-5-1H 井, 4096.6m, 高分辨率扫描电镜尺度下灰云质矿物溶蚀孔, (c) 对应 (a) 放大后的长石溶蚀孔; (d) 对应 (b) 放大后的灰云质矿物溶蚀孔

4.2 纹层组合是最基本的成藏单元

黄骅拗陷的页岩层系主要发育长英质纹层、灰云质纹层、黏土质纹层及其组合。已有的资料表明，两种或两种以上的纹层互层构成一种层偶结构，不同岩相具有不同的纹层组合，纹层组合不同造成了页岩储层的非均质性，从而影响页岩储层的微观源储体系。常规油气成藏无论是源外长距离运移成藏还是源内短距离运移成藏，良好的源—储时空匹配是成藏的基本条件。在页岩油气成藏中，富有机质的黏土质纹层（暗色纹层，可定义为源纹层）生成的烃类在满足黏土质纹层自身吸附和充注后，多余的烃类经过源内短距离运移至与黏土质纹层相邻的灰云质纹层和长英质纹层（亮色纹层，可定义为储纹层）中富集[28]，因此富有机质页岩内的源纹层和储纹层高频耦合有利于页岩油富集成藏。页岩层系宏观尺度下是源储一体的，油气通过微距离运移而后聚集成藏，成藏动力以分子间相互作用力和毛细管力为主，与常规油藏的成藏动力具有较大差异，富有机质纹层生烃后经微距离运移至储集纹层，源储匹配相对常规油气藏更为优越。

4.3 纹层组构对于页岩压裂改造效果具有重要的影响

长水平段和体积压裂相结合是实现页岩油开发动用的必要手段，其中页岩储层的可压裂性对压裂效果评估、设计压裂层段、提升压裂改造效果具有重要意义。利用三棱锥针尖压入样品表面并卸载获取应力—应变曲线，计算获得压痕点弹性模量与硬度力学参

数，以此揭示不同类型纹层力学性质的差异性。歧口凹陷沙三段页岩中的长英质纹层较黏土质纹层模量高20%~45%、硬度高50%~300%，灰云质纹层较黏土质纹层模量高6%、硬度高约11%（图15）。当具有不同力学性质的纹层堆叠在一起时，黏土质纹层弱面能降低页岩屈服应力和断裂韧性，高频纹层型页岩更易起裂。已有的研究表明，沧东凹陷孔二段的页岩以孔径小于2mm的微米级薄纹层为主，歧口凹陷沙三段的页岩以孔径为2~10mm的中厚纹层为主，高频纹层状页岩压裂效果要好于厚层状及薄层状页岩，因此沙三段的压裂难度比孔二段要大，形成复杂缝网难度大。

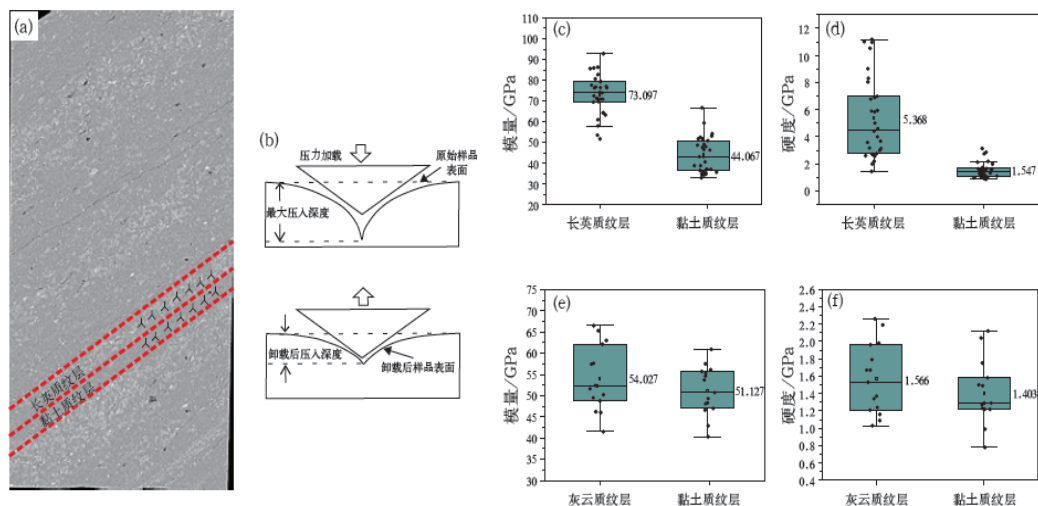


图 15 歧口凹陷古近系沙三段不同类型纹层压痕测试结果图

Fig.15 Indentation test results of different types of laminae in the third member of the Paleogene Shahejie Formation, Qikou Sag

(a) QY12-1-1 井, 4076.83m, 长英质页岩中不同纹层压痕实验测试区域; (b) 压痕测试原理示意图; (c) QY12-1-1 井, 4076.83m, 长英质纹层和黏土质纹层模量差异图; (d) QY12-1-1 井, 4076.83m, 长英质纹层和黏土质纹层硬度差异图; (e) QY12-1-1 井, 4000.7m, 灰云质页岩中灰云质纹层和黏土质纹层模量差异图; (f) QY12-1-1 井, 4000.7m, 灰云质纹层和黏土质纹层硬度差异图

采用真三轴水力压裂模拟实验系统，对不同厚度、不同纹层组合（灰云质纹层、长英质纹层、黏土质纹层）开展压裂裂缝扩展物理模拟实验，以明确不同纹层组构对页岩压裂改造效果的影响（图16）。物理模拟压裂实验结果表明，水力缝高在块状灰云质页岩中扩展受到抑制（图16a），在纹层状长英质页岩中扩展较充分（图16b）；在裂缝起裂阶段，纹层状混合质页岩裂缝长度最大（图16c），层状灰云质页岩裂缝长度最短（图16d）；纹层状混合质页岩水力裂缝面积最大（图16c），块状灰云质页岩中面积最小（图16a）。脆性储层在人工压裂过程中能够形成复杂缝网，主要受岩石矿物组分、岩石结构和构造特征控制，高脆性矿物含量、高频纹层结构和适量的层理缝、裂缝是形成脆性储层的有利条件。长英质页岩主要发育长英质纹层和黏土质纹层组合，可压裂性好，可探索形成长段多簇、中等液量、全程滑溜水高起步连续加砂压裂。灰云质页岩主要发育灰云质纹层和黏土质纹层组合，纹层应力差异大、不易形成复杂缝网，创新逆混合压裂新方法，“高黏+ 低黏+ 高黏”逆混合压裂提高压裂液造缝能力，解决页岩储层压裂加砂难题。

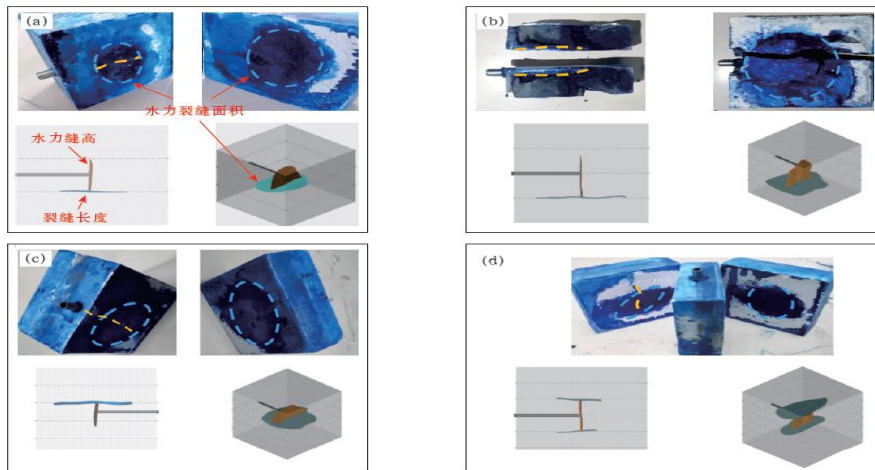


图 16 黄骅坳陷不同类型纹层模拟压裂结果图
 Fig.16 Simulated fracturing results of different types of laminae in Huanghua Depression
 (a) 块状灰云质页岩, (b) 纹层状长英质页岩, (c) 纹层状混合质页岩, (d) 层状灰云质页岩

5、应用成效

在孔二段页岩油富集规律和甜点评价的基础上，2017 年针对官东地区纹层状长英质页岩C1 甜点部署实施两口水平井（GD1701H 井、GD1702H 井），在先导实验井试采中日产油大于20t 的天数达到307天，累计产油达 2×10^4 t [17]，初期日产油61~72m³，稳定自喷650 天，日产油稳定在10~12t，预测单井EUR 为 2.1×10^4 t，率先实现咸化湖盆纹层型页岩油勘探重大突破。其中GD1702H 井完钻进尺5280m，压裂段长1286m，S1平均为3.6mg/g，总液量为40678m³，最高日产油61m³，累计产油12110t，单井EUR 为 2.32×10^4 t（图17）。2019—2020年，GY5-1-9井在纹层型页岩甜点层实施水平井钻探，压裂改造后单井EUR 达 3×10^4 t，之后的GY5-1-3井、GY5-1-4井、GY5-1-5井通过结合长水平段和体积压裂技术，单井EUR 达 4×10^4 t，实现效益开发[44]；2023年，先后建成沧东5号平台、歧口6号平台两个效益开发先导实验平台，其中沧东5号平台连续自喷生产416天，累计产油6.93 $\times 10^4$ t，歧口6号平台见油早、压力稳、产量上升快，放喷65~72天，累计产油3916t。

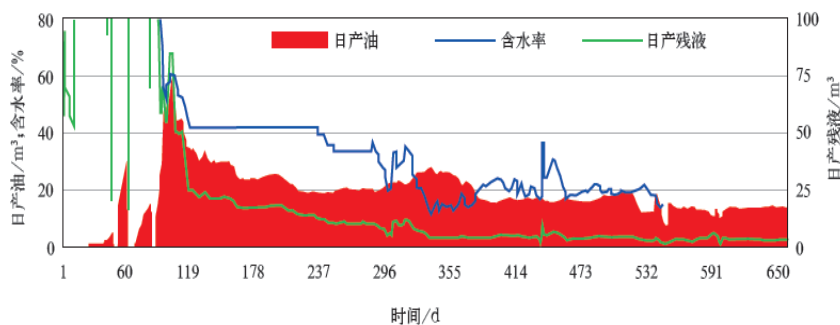


图 17 沧东凹陷孔二段纹层型页岩 GD1702H 井生产曲线图
 Fig.17 Production curve of laminated shale in the second member of Kongdian Formation in Well GD1702H, Cangdong Sag

6、结论

(1) 渤海湾盆地黄骅坳陷古近系发育3套富有机质页岩,分别为沧东凹陷孔二段和歧口凹陷沙三段、沙一段。孔二段有机质丰度高,干酪根以腐泥型和腐殖腐泥型为主,热演化程度中等,页岩以长英质页岩为主,并发育部分混合质页岩及少量灰云质页岩;沙三段有机质丰度相对较低,干酪根以腐泥腐殖型和腐殖腐泥型为主,热演化程度中—高等,页岩以混合质页岩为主,并发育部分长英质页岩;沙一段有机质丰度介于沙三段和孔二段之间,干酪根以腐泥型和腐殖腐泥型为主,热演化程度低—中等,页岩以混合质页岩为主,并发育少量长英质页岩及灰云质页岩。

(2) 纹层类型及组合是影响页岩含油性、储集性及可压裂性的关键,明确纹层的形成环境及分布规律对理解页岩油富集规律及甜点评价优选至关重要。孔二段沉积时期湖盆为半干旱—潮湿的咸水环境,主要发育长英质纹层及少量灰云质纹层、黏土质纹层,长英质纹层主要由石英、长石、方沸石等刚性矿物组成,在压实过程中能保留部分原生粒间孔,灰云质纹层主要由方解石、白云石等灰云质矿物组成,在热演化生烃阶段易与有机酸相互作用形成溶蚀孔隙和晶间孔,从而形成有效储集空间并储集页岩油。沙三段沉积时期湖盆为半深湖—深湖的淡水—微咸水环境,主要发育灰云质纹层、黏土质纹层及少量长英质纹层,黏土质纹层主要由伊利石、蒙脱石、绿泥石等黏土矿物组成,黏土质纹层吸附较多有机质,有机质生成烃类满足自身吸附后,多余烃类运移至相邻的长英质纹层或灰云质纹层的孔隙空间。沙一段沉积时期湖盆为半干旱—半潮湿的半咸水—咸水环境,主要发育灰云质纹层及少量长英质纹层、黏土质纹层,其中,黏土质纹层与长英质纹层、灰云质纹层等脆性纹层形成良好的源—储时空匹配是成藏的基本条件,富有机质页岩内优质生烃纹层和优质储集纹层高频耦合才是页岩油富集的基础。

(3) 发育高频纹层的储层比表面积更大,油气充注面积也更大,并且孔隙连通性更好,有利于页岩油的储集、赋存和渗流。高频纹层持续生烃增压,使地层处于超压状态,从而使页岩具有更高的含油饱和度,有机质生烃过程中产生的有机酸溶蚀长石等矿物产生微米级的溶蚀孔及铸模孔,从而改善了富集页岩油纹层的储集能力和渗流能力。此外,纹层组构对于页岩压裂改造效果具有重要的影响,其中,纹层状长英质页岩的压裂效果最好,块状灰云质页岩的压裂效果最差。

■ 油气储运

◆ 我国最长原油管道累计输油超2亿吨

光明日报乌鲁木齐11月23日电,记者赵明昊、黄小异、姚昆从国家管网集团西部管道有限责任公司获悉,截至11月21日,我国最长原油管道——西部原油管道实现安全平稳运行18年,累计输送原油超2亿吨。

西部原油管道系我国首条多品种原油同管道密闭顺序输送的大口径长距离原油管

道，西起新疆鄯善县，东至甘肃兰州市，全长1541公里，是“西油东送”战略通道的重要支撑。

国家管网集团西部管道有限责任公司生产监视与应急指挥中心调度长李龙冬介绍，自2007年投产以来，西部原油管道实现多项行业突破性进展：输油量从初期1000立方米/小时提升至2000立方米/小时以上；输送油品也从早期4种单一油品顺序输送优化为多种掺混油品顺序外输……展现了我国管道技术迭代与管理升级成果。

此外，2015年以来，西部原油管道首站充分利用28座储罐地势高差分布和工艺管线布置情况，深入分析转油历史数据，实施“以压代转”工艺优化改造，每年节能达400万千瓦时，实现安全效益、经济效益与环境效益的有机统一。

作为能源大动脉，西部原油管道通过与中哈原油管道、库鄯原油管道、北疆管网联动，将来自吐哈油田、新疆油田、塔里木油田的原油及中亚地区资源，输送至玉门、兰州和成都，保障了各大石化企业的原料供应，实现新疆资源优势与中东部市场需求的紧密对接。

◆ 国内首个高压天然气长输管道余压发电项目投运

本报12月1日讯，国家管网集团11月19日透露，我国首个高压天然气长输管道余压发电项目——海门站天然气余压发电项目在江苏南通正式投入运营，项目实现在高压天然气输送过程中对余压资源的高效利用，标志着我国在长输管道能源综合利用领域取得突破。

海门站天然气余压发电项目是通过回收管道输送天然气到城市门站的余压，把这种压力势能转化成机械能，再带动膨胀发电机组转动，最终发出清洁电力。

国家管网集团西气东输公司一级工程师李骁表示，过去，这部分能量在调压过程中无法有效利用，如今新工艺不仅保障了正常输气，每年还可发电约300万千瓦时，相当于减排二氧化碳超2000吨。

我国自主研发设计并制造发电项目的核心设备，创新采用可调节导流技术与3D打印叶轮，以自然通风方式对低温天然气进行高效复热，在显著减少设备自身能耗的同时，成功解决了高压、小流量等多项技术难题，实现资源节约与环保效益的双重提升。新设备与站场原有调压系统并联运行，若遇发电设备停机，原有系统可依托自动分输功能无间断接管供气任务，为居民及企业的安全稳定用气提供了可靠的双重保障。

国家管网集团西气东输公司副总经理王世君介绍：“下一步，我们将在长三角地区典型分输站逐步推广兆瓦级国产化余压发电装备，持续推进绿色低碳技术集成应用。”

据测算，在采用天然气自复温方案的条件下，我国高压天然气长输管道余压发电项目总装机容量将达到4.2万千瓦。（郭望）

◆ 天津滨海新区推动能源管输产业高质量发展

来源：经济日报

11月26日，天津滨海新区人民政府与国家石油天然气管网集团有限公司（以下简称“国家管网集团”）举行揭牌和签约仪式。国家管网集团天津运营中心正式投用，总投资70亿元的重大科研创新项目——国家管网科学试验基地（拟定名）也宣告落地天津滨海新区。此次“双项目”同步推进，标志着央地协同推动能源管输产业高质量发展迈入全新阶段。

作为国家管网集团在津五家二级单位生产经营的核心承载平台，天津运营中心将构建起覆盖基础设施、储运外输、技术研发及客户服务的完整能源管输产业链。依托天津得天独厚的区位优势与环渤海能源枢纽定位，中心将着力构建协同高效的能源运营体系，加速提升国家管网集团数字化、智能化发展水平，为京津冀协同发展战略实施与国家能源安全提供坚实保障。其正式投用，不仅完善了区域能源管输产业生态，更成为国家管网集团深耕华北能源市场的重要里程碑。

活动同期，天津经济技术开发区与国家管网集团科学技术研究总院分公司签署《合作意向书》，总投资70亿元的国家管网科学试验基地明确落地天津经开区。作为国家管网集团“十五五”规划的重点科创布局项目，该基地将紧密结合集团在津业务功能定位与未来产业拓展方向，以科创研发、实验测试及成果验证为核心功能，建设对外交流、成果展示及人才培养平台，致力于打造成为国家管网集团原创技术策源地和具有全球影响力的管输产业科创高地。同时，基地还将充分依托天津在人才储备、高校资源、创新生态等方面的综合优势，构建央地协同创新共同体，助力区域能源科技产业升级。

自2019年成立以来，国家管网集团始终与天津市保持高度互信的战略伙伴关系，在践行京津冀协同发展进程中实现良性互动、同频共振。此次两大项目的落地，不仅彰显了国家管网集团扎根天津、深耕发展的坚定决心，更将进一步深化双方在战略性新兴产业、核心技术研发、能源基础设施建设、民生供气保障等领域的合作，为落实京津冀协同发展战略、突破能源管输关键核心技术提供有力支撑。天津市也将以此次项目落地为契机，持续优化营商环境，提供全周期、全方位的企业服务，与国家管网集团携手谱写央地协同发展的崭新篇章。（周琳）

◆ 中国石油——大港油田：储气库群开“仓”采气

中国石油网11月24日消息，11月14日9时7分，随着板中北/板中南储气库库3-18井生产阀门开启，大港油田储气库群开“仓”采气，正式转入新一轮供暖模式。

作为京津冀地区工作气量最大、见效最快的区域性调控气源，大港油田储气库群承担着天然气季节调峰和应急供气的重任。其日最大调峰量约占北京日用气高峰量的1/5，是区域冬季保供体系中举足轻重的“硬核担当”。

“我们利用夏季用气低谷时段，将天然气注入地下封存，待到冬季用气高峰时再采出，实现了资源错峰填谷。”大港油田天津储气库分公司数智指挥中心主任王林峰介绍。

通过实施“前期抢注、中期稳注、后期强注”的优化运行策略，以及“大库带小库”的联动调整，大港油田储气库群高效完成今年注气任务，并创下日注气量最高纪录。注气期一结束，技术人员便马不停蹄地对压缩机组等核心设备展开专项“体检”，确保采气设施均处于最佳待命状态。

为应对可能出现的极寒天气，大港油田储气库群科学制定了16项专项应急预案，依托“线上实时监测+人工定时巡检”的双重保障机制，对储气库运行参数进行严密监测。截至目前，该储气库群108口采气井配产优化工作已全面完成，本轮供暖季日采气量有望再创新高。

同时，大港油田储气库群建立数智集散操作系统，为关键设施配备了可自动分级关断的安全系统，从而将实时监控、智能预警和精准调度变为可能，实现了井站一体化智能管控，确保天然气在地下和管网中安全高效运行。

为持续提升区域能源保障能力，大港油田天津储气库分公司正积极推进板深37储气库等新储气库的规划与建设工作。预计在“十五五”期间，整个储气库群的工作气量与总库容将实现跨越式增长，为保障国家能源安全和民生用能需求贡献更为坚实的力量。



◆ 冀东油田：精细运维“气场全开”


中国石油网11月28日消息，进入11月以来，随着冬季用气需求的攀升，冀东油田南堡1号储气库已全面进入采气运行阶段，正以最佳状态全力调峰保供，为区域能源安全提供有力支撑。

核心机组精维护，确保稳定供应。作为储气库的“心脏”，冀东油田提前谋划，按计划对3台设备进行精准保养。此次保养严格遵循设备运行周期要求，对压缩机组的曲轴箱、气阀组件、活塞系统等关键部位进行全面检测与维护。技术人员通过精密调整发动机气门间隙、规范拆装气阀和活塞组件、精确检查十字头间隙与滑道、及时更换机油滤芯等27项标准作业，确保核心设备以最佳状态开展冬季天然气供应。

关键设备深治理，破解运行疑难症。针对上个采气期乙二醇泵出现的振动问题，冀东油田实施综合治理方案，通过将振动阻尼器扩容，增强减振效果，并对泵体单流阀、过滤器进行全面检查更换。同时，对电机进行专业补油保养，从根本上解决了设备振动问题。

辅助系统全升级，提升整体保障力。在进行核心设备维护的同时，冀东油田全面优化升级辅助系统，完成了机泵、空冷器等设备保养等工作。关键阀门实施“一阀一策”精准维护，特别加强了海上环境下的防腐蚀处理，每台阀门都经过严格的密封性能测试、阀杆润滑保养等标准化流程，确保设备在冬季恶劣环境下运行的可靠性。

作业风险严管控，保障安全。设备维护期间，冀东油田严格执行安全风险分级管控。阀门保养作业严格落实管线泄压、双人确认机制，有效防范高压介质意外释放风险。所有高处作业均采用防坠落系统，关键步骤实行“一人作业、一人监护”模式，确保风险

全面受控。 


◆ 华北油田：储气库群全力保供京津冀

中国石油网11月24日消息，11月18日，在华北油田京58储气库装置区，操作员工正在对设备进行监测与管理。目前，这座距离北京最近的储气库已平稳采气10天，为守护万家暖流再添“气力”。

华北油田储气库群由苏桥、京58和文23储气库（群）构成，主要承担京津冀地区季节调峰和应急调峰任务。自2010年建库以来，该储气库群累计注采气量均超百亿立方米，天然气仅需2小时即可抵达北京城区，是京津冀区域应急保供的“近邻后盾”。

本周期注气阶段，华北油田通过深化储气库多周期注采运行规律研究，按照“强驱、平压、缓注”方针，制定“一库一策”注气方案，实施差异化管理，有效提升了储气库的运行效率。同时，该公司大力推进关键设备国产化改造，成功实现压缩机核心配件PLC控制柜国产化替代，完成气阀升级、润滑油优化等系列技术改造，使得本年度设备故障停机率降低20%。此外，该公司通过实施“网格化+清单式”管理模式，实现隐患排查全覆盖，确保整个供气系统平稳高效受控运行。

为全面迎接冬供大考，确保在常态下供得稳、极端条件时顶得上，华北油田计划实施“分阶段调配、分区域控制、差异化采气”的采气对策，通过科学评估气井的产气能力，充分发挥主力井产能，优化开采方案，实现整库均衡采气。

目前，华北油田储气库群已连续安全运行4700余天，工作气、应急调峰能力较去年同期分别提高17%、10%，实现五年翻一番，用气高峰时日供气能力能够满足超3000万户家庭的生活用气需求，将为京津冀地区的温暖过冬构筑起一道坚实的能源防线。 

◆ 昆仑物流：CCUS注入业务单日注碳量突破千吨

中国石油网11月27日消息，11月25日从昆仑物流生产运行部门获悉，新疆油田注碳现场传来捷报，公司CCUS注入业务单日完成注碳量突破1000吨，一举创下项目启动以来的单日最高纪录。这一突破性成果，不仅标志着昆仑物流在二氧化碳规模化注入、运输一体化服务能力上迈上新台阶，更为新疆油田绿色低碳开发战略深入推进注入强劲动力。

数字化赋能，构建智慧运输新范式。面对CCUS业务中二氧化碳运输的特殊性与复杂性，昆仑物流以数字化思维重构业务全流程，创新打造智慧物流管理模式。通过建立“日沟通、周汇报、月复盘”动态响应机制，实时联动碳厂、注入现场，精准监测碳厂库存数据、注入现场每日作业需求量及卸车规律；同时运用大数据分析与智能调度系统，对运输车辆进行全周期动态优化配置，实现“车、货、路”高效匹配。一系列的创新举措大幅压缩了车辆空驶里程，显著提升了运输效率与车辆周转频次。截至目前，公司运输车辆里程利用率达50.2%，车辆工作效率高达94.6%。

标准化筑基，织密立体安全防护网。二氧化碳运输对安全管控有着极高的要求。昆仑物流始终将安全放在首位，构建起多维立体的安全防护体系。在常规安全监管的基础上，昆仑物流引入智能监测设备对运输罐车罐内压力进行24小时实时追踪预警，要求驾

驶员每2至3小时进行强制停车检查，从源头杜绝安全阀起跳、气体泄漏等安全隐患；同时与碳厂、注入现场签订三方安全协议书，明确各环节安全责任边界，形成“责任到人、闭环管理”的安全管控机制。在此基础上，昆仑物流创新推出碳厂充装“三不准”、现场卸车“四不准”等精细化管理制度，以标准化流程筑牢安全防线。

科技创新驱动，激活低碳发展新动能。昆仑物流以科技创新为核心引擎，公司率先在行业内应用车联网系统，开展“一车一定额”精细化管理，通过智能油耗监测、驾驶行为实时分析等功能，精准管控运输过程中的能源消耗，成功实现百公里油料消耗下降11%，有效突破传统油料管理瓶颈，推动运输成本与能源消耗“双降”。针对CCUS业务存在的业务波峰波谷交替特点，昆仑物流创新实施双驾管理模式，有效整合人力资源，既保障了运输效能稳定，又大幅降低了押运成本。这些创新举措不仅提升了公司的运营效益，更通过降低能源消耗、减少碳排放，为国家“双碳”目标实现注入持续动能。

下一步，昆仑物流将继续聚焦CCUS业务领域，持续深化数字化转型、强化安全管控、加大科技创新力度，不断提升二氧化碳规模化运输与注入服务能力，为我国能源行业绿色低碳转型贡献物流力量。

◆ 管道局在首届招标业务技能大赛中获佳绩

新闻中心11月24日消息，11月12日至14日，中国石油第四届技术技能大赛暨集团公司首届招标业务技能大赛半决赛、决赛在雄安新区成功举办。管道局代表队荣获大赛三等奖，成为中油工程旗下唯一获奖单位，充分展现了管道局在招标业务领域的专业实力和深厚积累。

管道局代表队在备战比赛期间，反复研习国家招标投标法律法规及集团公司相关制度，从初赛102家参赛队伍中成功晋级半决赛。在半决赛和决赛中，管道局代表队稳扎稳打，经过多轮激烈角逐，最终获得佳绩。

管道局将以此次竞赛为契机，持续加强招标专业队伍建设，坚持以赛促学、以赛促训、以赛促建、以赛促干，全面激发招标系统干部员工钻研业务、提升技能、创新发展的内生动力。

◆ 负责设计的常州金坛盐穴储气库项目通过验收

新闻中心11月24日消息，11月12日至14日，管道设计院负责设计的常州金坛盐穴储气库项目通过验收，项目建设取得重要阶段性成果。

作为常州市政府重点工程，常州金坛盐穴储气库项目是天然气上、中、下游产业产供储销体系中的关键一环，建成后将有效缓解常州市储气能力缺口，对保障国家能源安全和民生需求具有重要作用。该工程位于常州市金坛区直溪镇，主要建设内容包括新建注采站1座，注气规模为每天300万立方米，采气规模为每天600万立方米，同步建设井场3座、集输管道2条、输气管道2条及城燃管道1条。

项目设计团队秉承安全、环保、节能、智慧的理念，坚持简便、先进、可靠、效益原则，积极应用新能源与新技术，高质量完成设计工作，获得业主及相关单位高度认可。

通过此项目，管道设计院进一步积累了储气库建设领域的宝贵经验，彰显了在能源储运领域的专业实力。

◆ 管道设计院首个高精度三维地震勘察项目完工

新闻中心11月24日消息，11月13日，随着最后一批地震数据通过质量核验，管道设计院承担的平顶山压缩空气储能电站技术咨询项目完工。该项目是管道设计院首次将三维地震勘察技术应用于千米深部空间地质勘探的一次创新实践。

高精度三维地震物探作为当前地质勘探领域的核心技术，被誉为地下地质构造的“高精CT”。该技术通过人工激发地震波捕捉其在地下传播的信息，再经计算机处理构建三维数据体，能够清晰还原地下地层构造、岩性分布等关键信息。相较于传统二维勘察技术，三维地震勘察技术在分辨率和信息覆盖度上实现了质的飞跃。

平顶山叶县作为中原经济区尼龙新材料及盐化工基地核心承载地，岩穴储能资源储量丰富，但地质构造复杂。针对这一难点，项目组首次引入高精度三维地震技术开展专项勘察。

项目组聚焦盐穴形态精准刻画、储气可用容积测定、水密封性能检测及承压能力评价等核心任务，整合了高精度三维地震物探、盐穴声呐测腔、盐腔可利用条件评价等多项关键技术。

自项目启动以来，管道设计院组建了专项攻坚团队，确立了“精准勘察、科学推进、首创突破”的实施路线。团队在野外数据采集阶段，严格按照测量定线、震源布置、检波器埋置等规范流程操作，实现了高密度网格信息点的精准采集；室内数据处理环节，依托高性能计算机集群完成了海量数据的降噪、叠加与偏移处理，最终生成的地震剖面清晰还原了地下数千米深处的地质构造细节，为后续资源评估提供了高质量、高精度的数据支撑。

此次项目的成功实施，标志着团队全面掌握了从野外采集、室内处理到资料解释的全流程核心技术，为叶县岩穴储能资源的合理开发、矿业权设置与耕地保护的协同推进提供了关键依据，充分展现了管道设计院在复杂地质勘探领域的技术实力。

◆ 尼日尔二期Goumeri CPF水处理系统扩建项目投产

新闻中心11月24日消息，11月15日，大港油建公司承建的尼日尔二期一体化Goumeri CPF水处理系统扩建项目，完成72小时性能测试并正式投产。

项目建设内容包括新建500立方米撇油罐和500立方米水缓冲罐各1座，安装Sulzer喂水泵、注水泵各2台，配套加药撬、负压排泥装置、污泥冲洗泵、静态混合器等设备，并完成注水工艺流程、土建基础、钢结构罩棚以及电气仪表通信系统改造等系列工程。

该项目自2023年8月启动以来，项目团队科学统筹、积极应对多重挑战，全力保障项目持续推进，最终实现高质量交付。

项目投产后，GoumeriCPF的采出水处理能力由原来的每日3200立方米提升至4800立方米，增幅达50%，将有效缓解了FGD油田区域开发带来的采出水处理压力，为油田的持续稳定生产提供了有力保障。

◆ 长庆2025产建项目米40-24支管工程投产

新闻中心11月24日消息，11月13日，管道二公司承建的长庆2025产建项目米脂气田站外管线米40-24支管工程正式投产。工程投产后，每日可新增天然气5万立方米，为米脂气田冬季保供再添新动能。

该工程位于陕西省榆林市米脂县，起自米40-24井场，止于米5集气站，线路全长10.5公里。工程采用同沟敷设工艺，并行铺设采气管线与注醇管线，设计压力分别为10兆帕与32兆帕。项目配套5口产气井，是米脂气田提升产能的重要连接工程。

工程地处黄土高原腹地，沿线地形起伏大、沟壑纵横，施工便道需穿越多处冲沟区域；秋季多雨导致土壤湿陷性强，管沟开挖易塌方；加上线路需穿越3处道路及1条季节性河流，大型设备进场及防腐管运输难度大。

为确保工程顺利推进，项目部提前谋划，组织技术团队深入现场踏勘，编制详细施工方案。针对黄土高原地质特点，项目采用“分级放坡+袋装土挡墙”工艺增强边坡稳定性，同步储备防雨布、排水泵等防汛物资。在穿跨越施工中，严格执行大开挖加套管和顶管穿越方案，确保管线埋深、防腐层质量等关键指标符合规范要求。

施工过程中，项目部全面落实“三检制”质量管控与HSE风险防控措施，组织土石方、线路安装等专业机组采用沟上组焊与沉管下沟工艺，最终实现工程按期平稳投运。

◆ 东北管道公司智能站框架项目首单落地

新闻中心11月24日消息，11月18日从东北管道公司获悉，该公司中标国家管网集团东北公司2025-2027年度智能站框架项目后，基于该框架的首个单项合同正式签订。

该项目涵盖庆铁线、长吉线智能站场建设，将通过构建“生产运行集中调控、安全运维智能一体、应急响应规范统一”三大体系，打造符合国家管网标准的一体化智能运检系统，实现生产运维智能化站场建设目标。

框架项目中标后，公司迅速启动单项项目对接工作，聚焦首个智能站建设的具体需求，进一步优化技术方案、细化施工流程、强化资源配置。项目将融合智能巡检、数据融合平台等先进技术，构建具备高效运维与智能预警能力的现代化智能站场，助力国家管网东北公司提升能源输送保障能力，推动区域油气管网从“传统运维”向“智慧管控”转型升级。

◆ EACOP项目乌干达段主线焊接突破15000道口

新闻中心11月24日消息，截至11月18日，管道二公司承建的东非原油外输管道项目（EACOP）乌干达段主线路焊接完成284.36公里，累计完成焊口15648道，成功突破15000

道大关，焊接一次检测合格率达99.3%，持续领跑全线。

EACOP项目乌干达段全长397.061公里，包括干线LOT1段298.998公里、联络线FEEDERLINE段97.324公里及CPF站内管线0.739公里。自8月份以来，二公司项目部结合生产实际深入研判，锚定工期目标，严格落实要求，充分调研当地有限的社会依托条件，通过实施“项目部—机组纵向管理+生产片区横向管理”的网格化管理模式，充分挖潜内部潜力，高效部署各工序施工，压实各专业部室责任，以服务生产为中心，全面开启“大干模式”，推动各项作业有序、平稳、高效推进，生产进度明显提升。

在主线焊接方面，项目部充分发挥2个主线焊接机组和4个连头台班的主观能动性，统筹协调扫线、运管、弯管等辅助工序，有力保障了主线焊接进度，焊接质量持续领先全线，获得EPC项目部和业主的高度认可。

◆ 大港油建公司中标江苏LNG项目三期配套码头工程

新闻中心11月24日消息，11月18日，大港油建公司中标江苏LNG项目三期配套码头工程工艺部分施工总承包项目。

江苏LNG项目三期配套码头工程位于江苏洋口港阳光岛，主要建设内容包括专用卸船泊位及连接陆域库区的栈桥，其中新建15万吨LNG卸船泊位设计年接卸能力达650万吨，是区域能源基础设施的重要组成部分。大港油建公司本次中标范围涵盖码头工程配套的工艺及公用工程等设施的部分设备材料采购与施工，并负责调试、试运转、联合试运转及开车保运工作，同时承担缺陷责任期内的全部质保任务，全面保障项目高质量交付。

此次中标是公司本年度承揽的第二个具有代表性的LNG业务工程，为公司LNG业务可持续发展奠定了坚实基础。通过项目建设，公司将培养更多生产、技术、经营管理方面的专业人才，进一步提升LNG特色业务产业链的综合实力。

目前，大港油建公司已启动项目筹建工作，统筹调配优势资源，确保项目顺利实施。

◆ 延长石油——燃气集团召开党的二十届四中全会精神专题宣讲会

11月24日，集团公司党委组织召开系统学习宣传贯彻党的二十届四中全会精神专题宣讲会。延长石油集团党委委员、燃气集团党委书记、董事长蔡鑫磊作宣讲报告。燃气集团党委副书记、总经理李晓恒主持会议。

宣讲会上，蔡鑫磊重点围绕四中全会的重大意义、“十五五”时期的重要地位、主要目标和重大举措等方面，对全会精神作了系统宣讲阐释。他紧密结合集团改革发展实际，总结了“十四五”取得的成绩，分析了当前面临的机遇优势和挑战不足，并就下一阶段重点工作作出部署。

蔡鑫磊强调，要抓好全会精神学习贯彻，各级党组织要将学习贯彻全会精神作为当前和今后一个时期重大政治任务，通过形式多样的宣传宣讲，推动全会精神进基层、进场站、进班组，实现全面覆盖。要抓好冬季能源安全保供，进一步压紧压实各级保供责

任，完善极端天气应急预案，确保应急气源和抢修力量随时待命，严防供应中断事件发生。要抓好经营指标全力实现，各单位、各部门要紧盯年度经营目标和重点任务，发起最后冲刺，确保责任到人到岗、任务落地落实。要抓好风险隐患防范化解，聚焦外包作业、施工现场、高危作业、消防交通等薄弱环节，立即开展全覆盖、无死角的安全大检查。同时要加强对安全生产、舆情信息、信访稳定、法律纠纷等重点领域的风险研判，将隐患化解在萌芽状态。要抓好“十五五”规划编制，将产业转型升级作为核心课题，贯穿“十五五”规划编制全过程，通过深度市场调研与技术可行性研究，按期形成目标明确、路径清晰、项目翔实、保障有力的规划草案，为“十五五”高起点开局奠定基础。要抓好干部队伍锻造锤炼，持续完善干部考核评价与退出机制，树立能者上、优者奖、庸者下、劣者汰的鲜明导向，锻炼高素质干部队伍。巩固深入贯彻中央八项规定精神学习教育成果，健全作风建设常态长效机制，推动全面从严治党向纵深发展。

此次宣讲会以视频会议形式召开。集团领导班子成员，在孵化基地大楼办公的所属企业班子成员，及蔡鑫磊同志党建包联点的全体干部职工在主会场参会。会议共设11个视频分会场，其他所属单位领导班子成员在分会场同步参会。

◆ 管道公司：生产经营势头强劲

多项指标超前完成年计划

【本网延安11月25日讯】四季度以来，管道公司紧紧围绕“实干为先、改革为要、合规为基”的工作主线，提前部署、扎实推进，各项任务进展顺利，整体运行态势良好。

截至11月25日，公司管输原油1256.81万吨，完成年度计划的95.94%；管输成品油589.75万吨，完成年度计划的117.95%；管输天然气2.46亿方；外购原油161.28万吨，完成年计划的89.60%。目前，管道公司正以决战姿态全力冲刺年度总目标。

在生产运行方面，管道公司精准调度，充分发挥库存调节作用，有效应对各类复杂情况。榆林炼厂检修期间，公司通过精心制定的《物料平衡方案》，保障了61天检修期间的平稳运行；靖榆航煤管线修复及改线任务提前完成；中区南天然气外输管道工程如期投产，为管网系统注入新动力。

在管理提升方面，公司以标准化和6S管理为抓手，修订完善《标准化站队评价准则》，开展日常督导检查，整改问题108项；组织内部业务对标12次，开展调度与岗位操作规程培训累计近1400人次，修订操作规程76份，推动精益管理能力持续增强。

面对外购原油的艰巨任务，管道公司积极应对计划下调的不利局面，在延安、榆林两地政府及集团公司的支持下，加强协调沟通，全力保障180万吨外购计划落实。目前，公司正科学组织油房庄、杨山、洛川等接收点的外购原油接卸工作，坚持“应接尽接”，坚决完成全年外购任务。

当前，管道公司正加快推进项目建设，强化管网调节功能，扎实做好冬季安全生产，深化标准化站队与6S融合管理，全力以赴冲刺全年各项目标任务。

◆ 管道运输公司：千里油龙的“智慧铠甲”

作者：田小亚、乔钰

11月24日报道，清晨七点五十分，一阵急促的警报声在管道运输第四分公司线路巡护三队的监控室内响起——“直富线岔口处发现钩机异常驻留！”几乎同时，工作群消息闪动，巡护人员立即出动。5分钟后，首批人员已抵达现场，成功制止了一起可能危及输油管道的施工行为。

这一切，都得益于该分公司为千里油龙量身打造的“智慧铠甲”——空地一体化智能管控系统。

一、痛点倒逼：寻求安全管理新路径

“过去我们就像‘救火队员’，管道哪里出问题就往哪里冲。”有着十七年巡线经验的老李站在监控大屏前感慨地说，“现在不一样了，AI视频监控成了我们的‘千里眼’，振动光纤成了‘顺风耳’，无人机就是我们的‘机动哨兵’。去年这个时候，我们全队30多号人天天在外面跑，现在有了这套系统，工作效率提升了三倍还不止。”

创新源于痛点。第四分公司自2016年开展管道完整性管理工作以来，随着两轮管道漏磁内检测与600多处缺陷修复，管道本体安全风险基本得到了消除和有效控制，但随着管道沿线地方经济发展和建设，第三方施工破坏、违章占压和打孔盗油等损坏风险逐年增加，成为当前管道安全管理面临的难点和急需解决的问题。另外，传统以人工巡护为主的管理模式存在巡护时段性、视野窄小、效率低，雨雪等特殊天气无法巡护的短板。

为此，第四分公司管道技术科进行了积极探索与创新，通过先进技术和设备提前预警管道第三方破坏信息，降低损坏风险，弥补人工巡护管理的短板。2018年率先在管道高后果区探索试点AI视频监控；2021年、2023年分两批进行了推广应用，目前共有AI视频监控摄像头41台；2023年，提出基于“振动光纤+AI视频监控+无人机+5G智能巡检的“空地一体化”管道巡护模式，绘制了第四分公司智能管道建设架构图，并在甘泉-富县段率先开展振动光纤管道安全预警系统试点工作。

2024年，该公司试点建设自动无人机场1座，无人机能够自动起飞、巡检、预警、降落和充电。今年，全面使用5G智能巡检系统，并编制了《管道安全风险智能监测管控一体化》可行性研究项目方案，预计2016年底建成投入使用。

二、地下防线：振动光纤的敏锐“触觉”

在地下，沿管道敷设的振动光纤如同敏锐的神经末梢，24小时不间断地捕捉着地表的各种振动信号。这些细如发丝的光纤，构成了管道的第一道智能防线。

去年8月，正值西延高铁建设期，该处光纤预警系统识别到一辆挖掘机正在吴延线原

油管道上方搭建围栏，系统第一时间发出报警信号，接到消息的工作人员在后台锁定了施工的具体定位，并派人迅速前往现场，及时制止，有效避免了开挖对管道的破坏以及管道上方被占压等情况。

今年3月的一个深夜，位于延安甘泉区域的一段管道附近出现异常振动。系统立即发出预警，并将定位信息精确到50米范围内。夜班巡护人员赶到现场后发现，一支施工队正准备在管道上方进行挖掘作业。“当时他们已经在做施工准备，挖掘机距离我们的管道只有5米远。”现场负责人回忆道，“由于预警及时，我们成功避免了一起可能发生的管道破损事故。”

振动光纤的灵敏度之高，甚至能够区分不同类型的风险隐患。据技术人员介绍，该系统通过深度学习算法，能够准确识别出管道上方的打孔盗油、机械作业、第三分破坏及春耕秋收等现象并及时预警，通过一年的数据分析与系统优化，误报率控制在10%以下。截至目前，振动光纤系统已成功预警处置类似事件上百起，成为名副其实的“地下守护神”。

三、地面防线：AI视频的“火眼金睛”

在地面，部署在管道沿线的AI视频监控系统构筑起第二道智慧防线。这些智能摄像头不仅具备360度全景监控能力，还能通过人工智能算法实时分析画面内容，自动识别潜在风险。

今年4月，富县水利局“引葫工程”正在任家台输油站附近埋设一段主管道，旁边的AI视频监控发现，施工机械距离直罗至富县原油管道越来越近，并发出预警，接到信息的巡护人员第一时间赶往现场，向施工方说明了与管道的距离及风险，及时消除了安全隐患。

今年8月的一个雨夜，AI视频监控再次展现了其卓越性能。当晚能见度极低，但AI监控仍然准确识别出管道保护范围内的非法施工活动。“当时雨下得很大，肉眼几乎看不清现场情况。”值班人员小王描述道，“但系统通过动态分析，还是捕捉到了施工车辆的异常移动，我们立即启动远程喊话系统，及时制止了危险行为。”

值得一提的是，该系统还具备学习进化能力。通过持续的数据训练，AI模型不断优化，目前已能识别出10余种不同类型的施工机械和行为模式。在第四分公司管辖的管道线上，这样的智能监控点已经部署了41个，实现了部分高后果区域的全覆盖。

四、空中防线：无人机的“立体巡查”

在空中，无人机发挥着不可替代的立体巡查作用。这些“空中哨兵”能够快速抵达人力难以到达的区域，从空中视角为管道安全提供独特保障。

今年六月，在一次例行巡检中，无人机传回的画面显示某处边坡出现细微裂缝。经技术人员研判，这是山体滑坡的前兆。该公司立即启动应急预案，在暴雨来临前完成了

加固工程。“那个位置地处陡峭山坡，平时人工巡查很难到达。”相关负责人表示，“如果不是无人机及时发现，后果不堪设想。”

除了应对突发情况，无人机还承担着常态化巡检任务。该公司刚刚建成投运的延安气田中区南部天然气外输管道部分线路，穿越秦直道，有多处为陡峭的“V”型冲沟地带，人员徒步难以到达，无人机很大程度上弥补了人工巡线的不足。据管道运输第四分公司副总经理杨坤介绍，该公司现已建立1个无人机自动机场及3台小型无人机，可实现半径8公里范围内的自动巡航。这些无人机配备高清摄像头、红外热成像仪等设备，能够完成管道沿线地表状况、周边环境等数据的自动采集与分析。

管道安全风险智能监测管控一体化项目通过融合振动光纤系统、AI视频监控系统、无人机系统、5G智能巡检系统、固定翼无人机系统、地质灾害位移监测系统、智能阴极保护系统等七大系统平台，逐步形成“全方位全时域感知、综合性智能预判、自适应优化、一体化系统管控”管道线路智能化管护平台，全面提升线路总体感知和风险管控能力，推动管道安全管理从“人防为主，技防为辅”转向“技防为主，人防为辅”，从“被动防护”走向“主动事前预警”，从“孤立运行”走向“生态协同”。目前，该项目正在进行初步设计，预计2026年底正式投入使用。

“先是振动光纤探测到管道上方异常振动并报警，系统通过内部AI算法，自动分析处置方案并通知相关人员。”第四分公司管道技术科主管王磊向记者介绍，“我们远程就可以看见现场的实际情况，包括施工机械类型、作业范围、可能影响程度等，为后续处置提供了精准依据。”

下一步，该分公司将逐步实现全自动化，预警分析和响应决策全由系统自动自行，更加高效快捷，随着技术的不断迭代升级，相信这条“智慧油龙”未来必将展现出更加强大的生命力。

◆ 低碳转型时代如何定位LNG?

来源：中国石油报

11月25日报道，近日，国际能源署最新发布的《2025年世界能源投资报告》揭示了一个鲜明的趋势：在面对地缘政治紧张、经济不确定性等挑战情况下，2025年全球清洁能源投资攀升再创新纪录，呈现出全球能源向清洁化转型的坚定趋势。

作为化石能源向清洁能源转型的过渡能源，液化天然气（LNG）的角色正在被重新定义。一方面，地缘政治风险将能源安全推至各国战略的重要位置，LNG的来源“安全性”成为比价格更重要的考量，重塑全球LNG贸易流向。另一方面，关于LNG是“过渡燃料”还是“长期基石”的讨论愈发热烈。同时，生物LNG等新兴绿色燃料的崛起，正在悄然改变能源产业生态。

为此，本报记者专访了睿咨得能源天然气研究中国首席分析师熊维，就全球LNG的发展趋势和特点、在能源转型中的角色动态演变，以及绿色替代燃料带来的协同与挑战

战等问题展开对话。

一、记者：当前，全球LNG发展整体呈现什么趋势？有何特点？

熊维：如今，LNG已发展成为一种灵活性更强的全球性商品。越来越多的国家开始依靠它来保障自身的能源安全。随着全球地缘政治风险上升，各国更加重视能源的安全性，因此，具有地缘战略意义的LNG资源变得愈发关键。不少LNG进口国愿意为“安全来源”支付更高的价钱。

这里说的“安全”，既指LNG能快速送达目的地港口，也指其运输过程无须经过全球关键的咽喉要道或有争议领土。对这些进口国而言，这一点变得越发重要，主要是因为以下几个挑战：电力需求增长、煤炭逐步被淘汰，以及可再生能源的比例不断增加。对于身处“安全区域”的LNG生产商来说，这无疑是一个抢占市场份额、产业巩固发展的好机会。

在全球LNG贸易中，关键的咽喉要道主要有霍尔木兹海峡、含曼德海峡和苏伊士运河在内的红海海域，以及巴拿马运河。巴拿马运河由于干旱导致通航数量受限，加之美国墨西哥湾新LNG项目投产后可能引发进一步拥堵。而油轮和LNG船通过霍尔木兹海峡的风险，在过去50年里一直令人担忧；虽然该水道从未被完全关闭，但近期的中东冲突加剧了这种担忧。

对于日本和韩国来说，从澳大利亚或加拿大到达日韩的航程最长只需9天，且避开了所有咽喉要道。因此，澳大利亚和加拿大是极具地缘战略优势的LNG供应商。虽然澳大利亚和加拿大的监管环境给基础设施项目审批带来不少困难，但日本和韩国买家依然保持兴趣。

另外，全球天然气基础设施正在成为能源安全与市场平衡的关键因素。供应与需求两端的努力共同推动全球LNG市场向更加灵活、多元的方向发展。在供应端，全球LNG项目投资近年来显著增加，尤其在北美和中东地区表现突出。北美多个大型LNG项目陆续推进，继续巩固其全球LNG出口的领导地位。

卡塔尔成为仅次于美国的全球LNG产能增长的第二大驱动力。卡塔尔的天然气成本低，而且地处战略要地，可以同时灵活覆盖大西洋和太平洋市场。这种优势让卡塔尔在面对市场波动时，抗风险能力非常强。同时，我们看到浮式LNG生产储卸装置随着技术的日趋成熟、成本的降低以及应用更加广泛，正在从一个创新概念转变成为主流方案。

在需求端，2022年以来，欧洲掀起LNG接收站建设热潮。目前，欧洲的再气化能力相较于俄乌冲突爆发前增加了近1/3，其中德国从无到有规划了多个接收站。另外，东南亚地区因国内天然气产量及周边国家的管道气供应增长乏力，对LNG进口的需求将大幅上升，从而为再气化设施的建设提供广阔空间。

此外，埃及则因国内气田产量不足和区域供应风险，从LNG出口国转变为灵活的

进口国，通过部署浮式再气化设施（FSRU）快速解决能源安全难题。

二、记者：LNG在能源转型中充当什么角色，较之前是否发生了变化？

熊维：LNG的未来角色定位，不再是非此即彼的简单过渡命题，而是取决于技术、政策和区域需求之间的动态平衡。

从区域差异来看，在中国、印度等发展中国家，LNG有望在淘汰煤炭的特定阶段发挥重要的过渡作用；而在能源转型中处于较为领先阶段的欧洲，LNG的过渡期可能较短。俄乌冲突深刻改变了欧洲的天然气供应格局，俄罗斯管道气供应量暴跌，LNG市场份额显著提升。该区域天然气需求量呈现加速下滑态势，但LNG进口量在2040年之前将保持高位。

LNG的定位与降碳技术，特别是碳捕集、利用与封存（CCUS）的发展成败密切相关。如果这些技术能够实现商业化突破且成本显著降低，LNG的黄金发展期将得以延长。对投资者和政策制定者而言，核心议题已不再是“LNG是否为过渡能源”，而是“过渡期将持续多久”，以及如何投资和管理LNG设施，以防范其成为“零碳”转型路径上的障碍。如果过量建设天然气液化设施，则可能因未来需求不及预期，或者为了达到新的标准而面临高昂的改造成本，存在最终沦为“搁浅资产”的风险。

三、记者：未来，生物LNG与合成甲烷等替代性燃料与传统LNG，会成为互补关系还是竞争关系？它们的发展对现有LNG基础设施的资产价值和转型路径有何影响？

熊维：目前，生物天然气等新兴燃料尚处在发展初期，市场份额较小，它们与传统LNG之间并非简单的替代关系，而是更趋向于一种互补共生、协同演进的伙伴关系。这一趋势为现有的LNG基础设施注入了新的生命力，使其价值和角色被重新定义。

具体来说，这些LNG基础设施正在经历一场从高碳资产向绿色枢纽的转型。过去，它们的价值与传统化石燃料紧密绑定，甚至面临因环保政策而失效的风险。如今，由于生物LNG等绿色燃料可以利用这些设施，它们不仅避免了成为“搁浅资产”的命运，反而升级为支持多元清洁能源系统的关键平台。例如，中国的芜湖长江LNG内河接收站通过获得国际可持续发展与碳认证（ISCC），成功实现对生物天然气的接收与供应，为国际船舶提供绿色加注服务。这不仅提升了其资产价值，而且显著增强了其在能源转型中的适应性与竞争力。

■ 炼油化工

◆ 国内首套大型硫黄回收成套技术

国产化开发装置完成标定

本报11月28日讯，近日，国内首套大型硫黄回收成套技术国产化开发装置——镇海炼化11号硫黄装置，连续稳定运行5个月，顺利完成满负荷考核标定。装置各项性能指标均达到或优于设计值，标志着我国在大型硫黄回收技术领域取得重大突破。

装置满负荷标定结果显示，该装置综合能耗较同类装置低，硫回收率达99.99%，主要排放指标远优于国家标准。截至目前，装置已累计处理酸性气5.3万吨，生产硫黄超4万吨。

该装置于今年6月投入运行，装置的关键设备酸性气燃烧器、在线炉燃烧器、焚烧炉燃烧器等由镇海炼化、南京工程公司、中国船舶711研究所等单位共同研发设计，首次实现15万吨级硫黄回收装置燃烧器的全部国产化应用，解决了长期制约行业发展的“卡脖子”技术难题。

◆ 中国石化4项节水技术入选国家目录

11月27日讯，近日，工业和信息化部公布了《国家鼓励的工业节水工艺、技术和装备目录（2025年版）》，镇海炼化冷凝模块式冷却塔节水消雾技术、石科院循环水系统长周期稳定运行水处理技术、炼化工程集团节能公司集成式超低能耗循环水系统、中安联合煤化工高盐废水零排放与资源化利用成套技术等4项技术入选。

镇海炼化冷凝模块式冷却塔节水消雾技术，通过在冷却塔上方增设节水消雾模块，实现节水消雾，节水效果达25%。石科院循环水系统长周期稳定运行水处理技术，有效解决循环水系统腐蚀与结垢问题，实现污水源头减磷，吨水处理成本大幅降低。炼化工程集团节能公司集成式超低能耗循环水系统，有效减少装置输入循环水需求量与水冷器使用量，循环水系统节能率超20%。中安联合煤化工高盐废水零排放与资源化利用成套技术，集成高盐废水钙、镁、硅、氟高效一体化协同去除技术，实现高盐废水低能耗分质结晶和资源化利用。

◆ 石化企业连续三年保障我国南极远洋捕捞作业

本报11月25日讯，近日，燃料油公司联合润滑油公司在南非开普敦完成对辽渔集团“福兴海”轮40吨长城润滑油等物资保障供应。截至目前，石化企业已连续3年为中国南极远洋捕捞作业提供服务保障，累计供应润滑油360吨，为国家远洋渔业发展提供了重要支持。

为完成本次保障任务，燃料油公司、润滑油公司充分发挥一体化优势，依托润滑油公司海外生产工厂与物流配送体系，及时高效地在南非开普敦为捕捞船完成物资补给。在保证润滑油稳定供应的基础上，燃料油公司实现了自有品牌咖啡“咖之桥”在南非市场的首单销售。

◆ 扬子石化：开拓邻二甲苯海外市场实现创效

本报11月21日讯，面对近期邻二甲苯市场需求低迷、销售承压的形势，扬子石化联合化销华东、化销国贸精准研判市场，全力开拓海外市场，截至10月底，扬子石化今年

累计出口邻二甲苯1.63万吨，在市场低谷期实现创效，为后续持续拓展海外市场、提升产品国际竞争力奠定基础。

结合国内外市场形势，化销国贸积极寻找外贸订单；化销华东全面配合调整内贸策略；扬子石化严格按照外贸质量标准，落实生产计划，配合海关检验，协调码头如期装船。三方精心制订邻二甲苯出口交货计划，高效办理各类出口手续，通过密切协调保障全流程顺畅推进，最终顺利完成出口任务，实现拓市增效。

◆ 扬子石化：和扬巴公司联合开展工艺安全培训

本报11月25日讯，11月11日，扬子石化与扬巴公司联合举办工艺安全培训班，旨在强化技术骨干的过程安全风险管控能力，为企业高质量发展筑牢安全技术防线。

作为双方持续4年的合作培训项目，本期培训延续“实战化、专业化”的培训导向，特邀巴斯夫总部资深专家授课。课程紧扣石化企业生产实际，聚焦工艺安全原理、安全环保健康管理、项目全过程风险评估、放热反应管控、联锁变更管理、盲板管理及风险分析实操，同步嵌入HAZOP（危险与可操作性分析）核心教学内容。培训通过事故案例复盘、互动研讨等形式，助力参训人员熟练掌握过程安全分析技巧，提升隐患识别与应急处置能力。

自2022年开启合作以来，该培训项目已覆盖双方企业100余名技术骨干，既搭建起跨企业技术交流平台，也推动巴斯夫先进安全管理经验与扬子石化生产实际深度融合。本期参训者均为生产技术、设备管理、安全环保等关键岗位骨干，经系统学习，不仅强化了他们“源头控风险、过程严管理”的责任意识，更显著提升了HAZOP分析、复杂工况风险研判等专业能力。

下一步，双方将继续深化合作，常态化开展安全生产精准培训，以“技术赋能安全”为抓手，为企业安全稳定、高质量发展提供坚实的技术人才支撑。

◆ 中韩石化：完成催化装置卸剂方式技术升级

本报11月21日讯，近日，将传统开放式卸剂改造为负压式全封闭卸剂，大幅提升操作规范性与安全性，降低操作人员劳动强度。经实际运行监测，改造后催化剂损耗率降低近0.5%，在强化生产流程管控的同时，进一步提升生产效益，为装置高效稳定运行筑牢基础。图为技术人员验收卸剂成效。

◆ 中韩石化：优化燃料结构降低锅炉瓦斯消耗量

本报11月28日讯，近日，中韩石化催化烟气锅炉燃料替代改造项目顺利投运，实现从“烟气+补燃干气”到“烟气+补燃柴油”的燃料结构转型。改造后，锅炉瓦斯消耗量同比下降37%，在提升经济效益的同时，进一步增强装置运行稳定性与抗风险能力。

作为装置能源系统核心设备，催化烟气锅炉燃料成本较高。此前，锅炉主要依赖催化烟气中一氧化碳及补燃瓦斯供能，受瓦斯价格波动频繁、供应稳定性不足影响，运行成本较高，给能源连续供应带来压力。为破解这一难题，中韩石化技术团队经多轮调研论证，确定“增加补烧燃烧油”改造路径。炼油二部围绕设备适配、燃烧稳定、环保合

规三大目标，对锅炉燃烧系统、控制系统及配套管路全面优化升级。改造后，锅炉燃烧效率稳步提升，各项运行参数均符合设计标准，实现能源利用效率与成本控制能力同步提升。

◆ 燕山石化：成功试产负极焦产品

本报11月26日讯，近日，燕山石化成功完成负极焦试生产工作，产品质量符合出厂要求、具备出厂条件，标志着该产品正式进入市场销售阶段，为企业优化产品结构、提升市场竞争力注入新动力。

在试生产过程中，该公司通过工艺优化、质量监控、细节管控等环节推进试生产工作，并对延迟焦化装置负极焦生产工艺的可行性、产品质量稳定性进行全面验证，完成焦棚石油焦分储分销可行性测试，为后续产品规模化生产打下坚实基础。同时，持续与炼油销售公司加强协作，为后续产品市场推广提供保障。

◆ 燕山石化：医用聚丙烯产量创新高

本报11月19日讯，燕山石化医用聚丙烯产品10月产量突破7000吨，同比增长150%，创历史新高，为医用材料市场稳定供应提供坚实保障。

燕山石化精准把握市场需求，主动优化产品布局，保障主力产品稳定供应，高附加值产品实现量产。深入挖掘客户需求，进一步深化产销协同，多举措提升生产效能与产品稳定性，构建全链条质量管控体系，保障产品各项指标稳定达标，助力企业在高端医疗材料领域扩大优势。

◆ 湖南石化：热塑橡胶鞋材专用料销量大幅增长

本报11月25日讯，1月至10月，湖南石化橡胶部新特热塑橡胶产品销量同比增长19%，其中，供安踏集团的热塑橡胶SEBS（氢化苯乙烯—丁二烯嵌段共聚物）专用料销量同比增长94%，另外两个高价值牌号热塑橡胶SEPS（氢化苯乙烯/异戊二烯共聚物）及SSBR（溶聚丁苯橡胶）销量分别同比增长30%和33%。

弹性体材料是运动鞋的重要基础原材料。近年来，湖南石化弹性体创新团队聚焦市场和用户需求，与安踏集团就新型苯乙烯类热塑性弹性体SEBS在鞋材中的应用开展合作，以高性能材料赋能产品。截至目前，湖南石化开发了3个运动鞋中底用SEBS新牌号产品。其中，SEBSYH-530新牌号作为发泡鞋材的热塑性弹性体，具有低密度、低压缩变形，以及缓震、高亲肤等优点，综合性能优异。

今年以来，湖南石化组建产销研用团队，狠抓橡胶产品链生产经营挖潜增效专项攻关，形成“专业归口管理+矩阵式协作+无边界团队+例会统筹”运行机制，发挥技术创新优势，聚焦市场和客户需求调整产品结构，持续增产增销高附加值热塑橡胶产品。

◆ 海南巴陵：SBC弹性体出口17个国家和地区

本报11月27日讯，今年以来，海南巴陵化工新材料有限公司年产17万吨SBC（苯乙烯类热塑性弹性体）装置6条生产线保持高负荷运行，装置平均负荷率110%，远高于行业平均开工率，累计生产相关产品15万吨以上，同比增长93%，成功出口东南亚、欧洲、南美

洲、大洋洲的17个国家和地区。

海南巴陵化工新材料有限公司持续提升管理水平，夯实安全平稳运行基础。打破橡胶专业前后岗位分离操作的传统，将操作前后岗位有机融合，最大程度提升装置月产能负荷率，后处理生产线实现连续稳定运行60天，单线月产量最高达3506吨。今年以来，该装置月均产量1.55万吨，5项技术经济指标排名中国石化同类装置第一。

该公司还充分利用所处海南自贸港区定位优势，确保外贸形成新增长。聚焦用户需求，稳定提升产品质量，并与化工销售华中分公司、化销国贸等单位协同合作，持续提升出口量及出口创效能力，1~10月累计出口产品2.1万吨，同比增长306%。

◆ 九江石化：优化汽油生产提升创效能力

本报11月26日讯，九江石化运行一部聚焦汽油品质提升，组建跨班组技术攻关团队，持续3个月开展汽油生产优化工作。截至11月20日，两套催化装置汽油辛烷值均提升，在保持高汽油收率的同时，提高创效能力。

面对成品油市场竞争加剧态势，攻关团队开展多次试验，紧盯关键参数，积极优化生产，创新采用“平衡剂替代高活性助剂”新思路，探索催化裂化装置最优操作参数和催化剂配比，实施反应深度精准调控。通过建立“参数跟踪—数据分析—方案迭代”闭环管理机制，累计分析运行数据127组，组织专项技术分析会，有效破解了辛烷值提升与产品质量平衡的难题。优化后，催化汽油辛烷值由89提升至91，产品收率始终保持在47%以上，实现质量效益双突破。此次技术攻关有效提升了汽油产品附加值，为炼化企业提质增效提供了可复制经验。

◆ 荆门石化：与石化机械达成战略合作

本报11月28日讯，近日，荆门石化与石化机械成功签订关键设备采购合同，首次实现高端装备制造领域的内部战略合作。此次合作包括2号高档白油加氢往复压缩机、中转瓦斯螺杆压缩机等核心设备采购，标志着集团公司内部产业链协同迈出重要步伐。

通过此次合作，双方建立了“需求精准对接—技术联合攻关—制造过程协同—服务快速响应”的全流程协作机制，大幅降低采购成本、缩短生产周期，有效提升了供应链效率和企业市场竞争力。未来，石化机械将依托技术实力和物流优势，为荆门石化提供高水平的设备与快速的服务响应。

◆ 齐鲁石化：内窥镜巧“探”设备隐患

本报11月24日讯，11月6日，在齐鲁石化氯碱厂氯乙烯装置现场，运维中心氯碱仪表车间副主任孟庆国操作工业内窥镜对设备进行检测。随着高清影像在屏幕上清晰呈现，设备内部结构一目了然。孟庆国感叹：“这就像给设备做‘胃镜检查’，精准高效，尽在掌握。”

这一检测方式打破了传统的经验式设备检查模式。以往，仪表设备内部检查多依赖“听音辨位”“触感判断”，虽能提供部分线索，却难以精准掌握设备真实状态。某兄弟单位利用内窥镜检测仪表接线端子箱进水的成功案例，为运维中心打开了创新思路。

“既然内窥镜可用于端子箱检测，为何不能应用到更精密的调节阀上？”这一设想，成为推动技术革新的起点。

经过充分论证与周密部署，11月3日，氯碱仪表车间正式启动“调节阀内窥镜专项检查”，并将其纳入安全隐患排查整治“雷霆行动”关键环节。

该车间技术员刘新清介绍，内窥镜技术大幅提升了设备检测效率：“以前检测一个调节阀的内部，若需解体，最快也要48小时。现在使用内窥镜，5分钟就能完成诊断。”此次专项检查中，该车间运用内窥镜技术对氯碱厂70台关键阀门开展系统体检。针对发现的问题，车间建立详细台账，制订整改销项计划，确保彻底整改每个隐患，实现闭环管理。

“第一时间发现问题、研判预警、处置应对。”该车间主任王立伟表示，内窥镜探头虽小，却有效弥补了传统检查方式的认知漏洞，推动运维管理从被动检修转变为主动预判，实现了安全防线系统性前移。

◆ 化销国贸：首次出口VAE定制新品至欧洲

本报11月27日讯，近日，化销国贸成功出口了一批由川维化工为欧洲客户定制研发的VAE（醋酸乙烯酯-乙烯共聚乳液）新产品。这不仅是该定制VAE产品的首次出口，也是化销国贸践行“服务研究创新”理念、推动高端市场国际化的重要实践，标志着该公司在海外高端市场取得关键突破。

化销国贸2023年在走访中精准捕捉客户需求后，迅速联动川维化工组建联合攻关团队。从概念需求到技术转化，从样品测试到批量生产，团队以“客户导向”为核心，实现全流程协同：欧洲运营中心负责人多次深入客户生产一线，通过终端产品反向推算技术指标并及时反馈；川维化工研发团队持续优化配方参数，开展多轮样品调试，最终顺利通过客户验证。为深化合作，团队与欧洲客户开展多轮商务洽谈，通过优化包装降本增效，成功实现VAE、PVA（聚乙烯醇）、VAM（醋酸乙烯）等多类型产品一体化供应。

◆ 化销华东：推动甲苯出口量大幅增长

本报11月24日讯，今年以来，化销华东主动调整营销策略，精准抢抓出口机遇，前10个月石化企业甲苯出口量同比增长100%。

为进一步开拓市场、增创效益，化销华东联合化销国贸深入开展海外市场调研，精准捕捉到印度、越南等国家旺盛的甲苯需求，为业务突破找准方向。在资源端，化销华东强化与生产企业的产销衔接，通过优化排产计划，将区域内甲苯资源进行整合并转向海外市场，为出口业务提供稳定支撑。在渠道端，公司联合化销国贸高效协作，快速打通从资源组织、属地报关到港口装船的全流程绿色通道，成功开拓海外增量市场。

◆ 化销华中：助力海南巴陵SBC产品销量提升

本报11月26日讯，今年以来，化销华中持续助力生产企业销量提升，在拓市扩销、渠道优化、物流协同等关键环节精准发力，不断提升服务生产企业能力，助力海南巴陵化工新材料有限公司SBC（苯乙烯类热塑性弹性体）产品销量同比增长109%。

化销华中以市场需求为导向，深度研判市场趋势，加大道路沥青改性领域产品推广力度，进一步拓市扩销。持续优化营销渠道，通过细分行业深化战略合作，加大与龙头企业合作力度，实现SBC产品直销率同比提升13.8个百分点；协同化销国贸拓展海外市场，推动SBC产品出口量同比增长268%，国际市场占有率显著提升；围绕“成本控制+效率提升”目标，持续优化物流运输体系，通过扩大水路直发规模、推行“水路移港+公路配载”组合运输模式等方式，实现产品吨物流费用同比降低5%，并通过增加直航频次等措施优化运作流程，将远距离运输周期压缩7天至10天，获得客户认可。

◆ 销售华北：建成销售企业首个“零碳办公楼”

本报11月24日讯，销售华北通过深入实施“降碳、提效、增绿”行动，成功建成销售企业首个“零碳办公楼”。该办公楼全年降碳超2500吨，绿电使用率100%，为销售企业绿色转型提供了可复制、可推广的创新范本。

实施“降碳”行动，推动能源供给绿色化转型。联合新星公司对办公楼冬季供暖系统进行升级，首次启用绿能智慧供热系统，创新应用浅层地温热源技术，以地源热泵清洁能源替代传统市政供暖。依托智能物联技术，可根据气象参数，动态优化运行时长及温度调控；采用模块化设计，管控精度较传统模式提升40%，综合能效比达5.6。同时，办公楼楼顶部部署了分布式光伏发电项目，年均发电量超17万千瓦时，年节约电费逾13万元。

实施“提效”行动，以数字技术赋能管理升级。依托数字孪生技术，实施能源高效管理与机电系统智能化改造，构建起“数据采集—智能控制—能效优化—集中监管”的全链条管理体系，实现能耗集中化、高效化管控。部署210套智能水表电表，对331个空调控制终端完成智能化改造，实现全楼空调和公共照明区域的智能自动控制。截至目前，办公楼耗电量同比下降10%，用水量同比下降7%。

实施“增绿”行动，着力厚植绿色低碳发展氛围。构建“113”绿色生态体系：建立1套标准化制度体系，从绿色采购、节电节水、办公用品管理、无纸化办公等11个方面，明确绿色转型的具体措施；打造1个“绿色积分”平台，将节电节水、光盘行动等8项绿色行为纳入量化考核；形成3项长效保障机制，通过HSE专项督查、设立“金点子”奖励等措施确保落地见效。目前，已有61项绿色办公合理化建议被采纳。

◆ 润滑油公司：武汉工厂搬迁项目中交

本报11月28日讯，11月26日，润滑油公司武汉工厂搬迁项目中交暨试生产仪式举行，标志着这一践行绿色发展战略、推动产能升级的重点项目取得重大进展。该项目是集团公司积极服务地方经济社会发展、共护绿水青山的生动实践，为区域产业升级与环境保护协同并进树立新标杆。

润滑油公司于2023年正式启动武汉工厂搬迁项目，厂区由沿江区域搬向国家重要工业基地——武汉青山化工园区。项目坚持“老厂拆除”与“新厂建设”双线并进，新工厂于2024年12月正式开工建设，历时350天高质量完成项目中交。

润滑油公司武汉工厂长期以来为华中地区提供了优质润滑产品和服务。项目中交后，武汉工厂年产能将提升至20万吨，为区域经济高质量发展注入新动能。

◆ 中国石油——吉林石化：联锁专项培训强技能

中国石油网11月25日消息，“以前对部分联锁逻辑的理解只停留在表面，经过这次系统培训，不仅搞懂了原理，还掌握了应急处置的关键步骤。”11月22日，刚结束公司级联锁专项培训的吉林石化高密度聚乙烯车间副主任、安全总监马嘉，谈起培训收获时深有感触。

随着吉林石化炼油化工转型升级项目27套新建及改扩建装置陆续开车投产，为全面破解新建装置工艺、设备联锁知识掌握不扎实的难题，吉林石化打出联锁专项培训“组合拳”，以三级差异化培训体系，推动管理人员、操作人员从“知其然”到“知其所以然”转变，为新建装置安全稳定运行筑牢人才根基。

“联锁系统是装置的‘安全哨兵’，容不得半点马虎。”吉林石化公司人力资源部培训管理人员梁雨峰介绍，针对不同层级、不同岗位人员的知识短板和工作需求，公司专门研讨制定了《吉林石化公司联锁专项培训工作方案》，创新构建“公司—工厂—装置”三级培训架构。其中，公司级培训聚焦管理层统筹把控能力，工厂级培训侧重专业协同衔接能力，装置级培训紧扣一线实操技能需求，形成“各有突出、各有侧重”的培训格局，确保培训内容精准对接岗位实际。

作为培训的“第一棒”，公司级联锁专项培训率先启动。159名来自基层单位的分管领导，生产与机动、安全专业负责人，生产车间主管等，通过专家授课、案例研讨、互动答疑等形式，系统学习联锁管理规范、风险识别要点等核心内容，进一步明晰管理层在联锁工作中的职责定位，提升统筹协调和应急决策能力。

与此同时，工厂级、装置级培训也紧锣密鼓地推进。469项专项培训精准覆盖基层管理和一线操作岗位，培训内容从联锁原理、操作流程到应急处置，层层深入、环环相扣。在装置现场，技术骨干化身“讲师”，结合设备实际讲解联锁逻辑；实操课堂上，学员们分组演练、相互切磋，将理论知识转化为实际操作能力。“培训内容都是我们日常工作中用得上的，这种‘手把手’的教学方式，让我们很快就能掌握关键技能。”一线操作人员说。目前，各级培训正按计划有序推进。

◆ 吉林石化：新建丁二烯装置产品实现优化升级

中国石油网11月26日消息，11月24日，记者从吉林石化获悉，该公司新建20万吨/年丁二烯装置产品经过严格质量检验分析，产品纯度、总炔含量、水含量等关键指标均实现显著优化，产品等级由工业级提升至聚合级。

丁二烯产品主要分为工业级与聚合级两大类。聚合级丁二烯在纯度、杂质控制及应用性能等方面均显著优于工业级，其纯度需达到99.5%以上，并对水含量、总炔含量等关键杂质指标提出更为严苛的要求——分别较工业级标准缩窄15倍和5倍。聚合级丁二烯杂质含量低，有助于改善聚合物分子量分布的均匀性，从而有效提升合成材料的强度、韧性及加工适用性，为下游高端产品开发提供有力支撑。

在新建20万吨/年丁二烯装置的转型升级过程中，吉林石化在充分吸收原丁二烯装置技术精髓的基础上，系统推进工艺创新与流程优化。通过对萃取与精馏单元实施技术升级，优化侧线抽除塔操作流程，并新增乙腈与炔烃独立冷却系统及重组分脱除工艺，显著提高了轻、重组分的分离效率与重组分脱除效果。同时，进一步缩窄关键工艺参数控制区间，强化全过程质量监控，大幅提升了装置的抗干扰能力与运行稳定性，为持续稳定供应高品质产品奠定坚实基础。

作为吉林石化丁苯橡胶、ABS树脂等产品的主要原料，丁二烯产品质量的跃升将有效降低下游产品对原料的单耗。据初步测算，此举预计每年可节约原料成本近百万元，进一步增强了丁苯橡胶与ABS树脂产品的市场竞争力。

“转型升级是以技术创新为引擎，以产品升级为导向，系统突破了老装置生产技术瓶颈，成功实现了产品升级。未来，我们将加快推进企业由生产型向经营型转变，不断优化产品结构，拓展高端产业链，全面提升核心竞争力，助力公司在化工新材料领域实现更高质量发展。”吉林石化公司有机合成厂丁二烯车间主任刘真源表示。

◆ 抚顺石化：微晶蜡产品质量达到国际先进水平

中国石油网11月26日消息，11月20日，从抚顺石化传来喜讯，其生产的微晶蜡成功通过欧盟REACH认证。这一成果标志着抚顺石化微晶蜡产品质量达到国际先进水平。

在微晶蜡生产领域，抚顺石化依托先进的生产技术与严格的质量管控体系，不断优化产品性能。其生产的微晶蜡色泽洁白、熔点高，具有良好的黏附性和延展性，在低温条件下也不易变脆，是化妆品、食品包装、医药等行业的优质原料。

此前，我国微晶蜡产量有限，长期依赖进口。抚顺石化敏锐捕捉到市场机遇，积极布局微晶蜡生产项目。2024年上半年，年产20万吨石蜡加氢装置和年产10万吨光亮油加氢装置陆续投产，成功产出80号微晶蜡产品，年产能达到7.3万吨，使抚顺石化成为国内唯一能够生产全系列石蜡、混晶蜡、微晶蜡、光亮油产品的企业。公司石蜡产品先后荣获10余项中国名牌产品奖，产品质量合格率达到100%，石蜡产品已在欧洲、美国、印度等国家和地区进行了商标国际注册，并在国际市场上获得FDA免检，每年出口欧美的石蜡产品超过20万吨。未来，抚顺石化将以此次认证为契机，持续加大研发投入，提升产品质量，进一步拓展国际市场份额。

◆ 兰州石化：高效聚烯烃产品呈现产销两旺态势

中国石油网11月26日消息，11月24日，在兰州石化聚烯烃二部聚丙烯生产区域内，自动化生产设备运转声轰鸣，原料不断被输送进料斗，操作人员加紧调试氢气浓度和乙烯加入量，严格控制关键生产指标，保证设备处于高负荷运行状态，确保合格聚丙烯产品如期下线。这是兰州石化系统性优化生产布局的一个缩影。

第三季度以来，公司紧盯经营创效黄金窗口期，着力提升装置运行水平，医用料、车用料、电缆料、茂金属聚乙烯膜料等高效聚烯烃产品产量同比提升40%，呈现出产销两旺的良好态势。

结合各单位生产实际，兰州石化持续跟踪产品效益、择优排产，差异化制定了“一装置一策”的生产方案，根据实际生产情况动态优化调整，最大程度降低协议品发生率，保障装置长周期稳定运行。

此外，兰州石化紧贴市场，主动分析研判客户个性化需求，准确把握市场环境和经营节奏，精准匹配产品和服务，品牌优势不断增强。

目前，兰州石化各装置持续保持满负荷稳定运行，各类高效产品有序产出，为公司完成全年生产经营目标提供了有力支撑。

◆ 锦州石化：特色产品斩获行业两项大奖

中国石油网11月26日消息，11月19日从锦州石化获悉，在由国内权威行业平台主办的2025全球针状焦优质品牌评选活动中，锦州石化凭借卓越的产品品质、完善的服务体系与强劲的市场竞争力，从国内外众多行业翘楚中脱颖而出，一举斩获“2025全球针状焦优质品牌”“2025中国石油焦优质生产企业”2项荣誉。

多年来，公司通过持续的技术革新与质量管控，其针状焦、石油焦产品质量不仅领跑国内市场，更达到国际先进水平，在激烈的国内外竞争中牢牢站稳脚跟。同时，公司以稳定可靠的产品品质与高效专业的客户服务，赢得了国内外客户的广泛信赖，实现了客户群体的持续稳固与拓展，进一步巩固了行业标杆地位。

未来，锦州石化将以此次获奖为新起点，持续深耕针状焦、石油焦核心技术研发，不断优化产品结构与服务体系，朝着建设世界级针状焦石油焦产业基地的目标奋勇迈进，为推动我国炼化新材料产业高质量发展贡献更大力量。

◆ 锦州石化：高纯异丙醇首车出口韩国

中国石油网11月28日消息，11月21日，伴随着专用框架吊装的坦克罐稳稳上船，锦州石化生产的高纯异丙醇顺利启运韩国市场。这标志着公司在高纯异丙醇产品海外市场拓展中实现“零的突破”，为后续规模化进军国际高端市场奠定了坚实基础。

此次出口的高纯异丙醇，是电子技术与化工材料深度融合的创新产物，具有纯度高、质量要求严、环境洁净度标准高等优点。作为下游提纯企业的关键原料，该产品可用于电子级异丙醇生产，并广泛适配芯片、面板、光伏等高端电子产品的清洗工序，为电子信息产业高质量发展提供可靠支撑。

今年以来，公司秉持“国内深耕、海外拓展”战略，全力搭建高纯异丙醇销售网络，目前已与17家国内企业建立优先合作沟通机制，产品销量同比大幅增长，市场认可度与份额持续攀升。为进一步打开国际市场，公司主动对接海外客户需求，在高纯异丙醇质量指标获得国际客户高度认可后，成功签订出口合作协议。在锦州海关及公司各部门的通力协作下，此次装载高纯异丙醇的坦克罐顺利启运。下一步，公司将以此为契机，持续提升产品质量与服务水平，推动高纯异丙醇产品销量在国际市场实现增长，为企业高质量发展注入新动能。

◆ 锦西石化：“一增一减”优化循环水结构

中国石油网11月26日消息，11月21日获悉，今年以来，锦西石化紧密围绕年度生产经营目标，以循环水系统为突破口，通过精准管控水质、优化运行模式、强化过程管控等系列举措，交出了一份亮眼的节水增效答卷。截至11月25日，回用水补水量同比增加40.8万吨，新水量同比减少近28万吨，“一增一减”使循环水系统结构得到进一步优化。

循环水水质达标率是影响换热器结垢速率、微生物滋生风险等关键指标的重要因素，是装置安全运行的隐形防线。为守牢水质“生命线”，锦西石化以工艺卡为标尺，构建了涵盖实时监测、动态调整及效果验证的全流程管控体系，技术人员每日登录DCS系统，密切监测氯离子、电导率、钙离子等关键参数，并结合天气和生产负荷变化预判水质波动趋势。在调整策略上，该公司打破“固定比例补水”的传统模式，根据实时数据灵活切换回用水与新水的配比。

“当烷基化系统循环水钙离子偏高时，我们会借助新安装的跨系统分流管线，将其定向输送至保有水量大、操作弹性高的重催系统进行协同处理。”锦西石化公用工程部装置负责人徐擎介绍道，“这样既平衡了不同装置的水质需求，还有效减少了外排废水。”通过跨系统分流技术，锦西石化每月减少新水补充量约2000吨，真正实现了“以调代排、以用促省”的良性循环。

7月份，锦西石化六循系统排洪水回收设施顺利投用，进一步打通了雨水利用通道。原本直排的雨水经处理后转化为循环水补充水源，实现了水资源的再利用。截至目前，已累计回收排洪水近7万吨。

锦西石化坚持能效最大化，优化运行调控。在能耗方面，依据季节特征与生产负荷，灵活调整循环水泵和冷却风机的运行台数。夏季生产处于高负荷状态时，全机组投入运行，确保冷却效果达到最佳；冬季生产负荷降低，则减少风机运行数量，单月可降低电耗约8%。在水耗调控上，采取“压缩常规排污+定向分流”的双重策略，使日常排污量较去年同期减少10%。

此外，为确保循环水系统高效、长周期运行，锦西石化还通过严格执行巡检制度、提前关注隐患点、加大供水装置COD分析频次等方式，织密管控“防护网”。当前，该公司正全力推进“二排自吸泵出口管线与西二路回用水线连通”改造项目，力争于今冬实现“热能回收+水量复用”双重价值，预计每年可增加回用水量1.2万吨。

◆ 乌石化：高标号汽油实现增产节能双赢

中国石油网11月26日消息，11月21日获悉，得益于市场研判与科学排产的双重发力，今年以来，乌鲁木齐石化公司高标号汽油销量及销售比重同比提升。

乌石化计划经营部精准把握市场机遇，果断优化排产方案，将生产资源向高标号汽油倾斜，各部门协同推进配置计划、原材料供给、生产组织、储运调和、产品检验全流程高效衔接。面对高负荷生产挑战，炼油各生产部以增产高标号汽油为核心目标精心组织生产，核心装置保持高负荷平稳运行，提前2天完成关键组分生产任务。构建“员工精

心操作、技术优化参数、设备加强维护”的全方位保障体系，确保装置安全稳定高负荷运行。

在提高产量的同时，乌石化还兼顾效益与环保。炼油三部深入分析装置参数，精准调整操作节点，实施全流程质量管控，依据每日化验数据动态优化反应温度，既保障催化剂长周期运行，又稳定重汽油质量，为高标号清洁油品调和提供支撑。汽油改质装置综合能耗创历史最优水平，实现增产与节能降碳双赢。

◆ 昆仑数智：中标华锦阿美MES项目

中国石油网11月24日消息，11月20日从昆仑数智公司获悉，该公司自主研发的昆仑MES（生产执行系统）成功中标华锦阿美精细化工及原料工程项目MES系统建设项目。这标志着昆仑MES实现了从支撑内部企业到开拓社会市场的关键突破，为公司智能制造业务布局注入强劲动力。

华锦阿美精细化工及原料工程项目位于辽宁盘锦辽东湾国家级经济技术开发区，是国家石化产业布局的重点项目，建设规模包括1500万吨/年炼油、165万吨/年乙烯、200万吨/年对二甲苯等32套核心装置及配套工程，对生产管理的精细化、智能化水平要求极高。昆仑MES凭借其在技术架构先进性、行业适配深度以及实践应用成熟度等方面的综合优势，从国内外知名信息化解决方案提供商中脱颖而出，赢得客户高度认可，彰显了昆仑数智在能源化工数字化领域的硬核实力。

昆仑MES是昆仑数智基于在能源化工行业数十年的信息化积淀，研发的全栈式智能制造核心平台。该系统具备从生产计划下达、过程监控、物料平衡到质量追溯的全流程管理能力，可为炼化企业构建“生产智慧大脑”，实现指令精准执行、资源优化配置、成本精细管控。

◆ 东北化工销售：推动产业链和供应链联动发展

“链”上相聚、“炼”动未来

中国石油网11月27日消息，11月中旬，东北化工销售公司携手中国石油13家企业齐聚辽宁省锦州市，与辽宁省政府联合举办辽宁地区央地产业链合作暨客户座谈会，达成化工产品意向采购量40万吨/年，贸易金额超28亿元，为央地企协同推动东北全面振兴注入强劲动力。

党的二十届四中全会提出，优化区域经济布局，促进区域协调发展。辽宁是“共和国工业长子”、新中国的工业摇篮，拥有完备的化工产业体系，在东北全面振兴中占据关键地位。作为东北地区规模最大的化工产品贸易商和辽宁省石化产业供应链体系建设的牵头单位，东北化工销售公司深入学习贯彻全会精神，始终以服务东北全面振兴、保障化工产业链供应链稳定为己任，助力区域经济转型升级。

为推动区域资源与地方优势深度融合，东北化工销售与辽宁省工业和信息化厅共同推动全省石化产业供应链体系建设，依托公司的渠道优势为全省化工产业链各环节提供

全流程支持；与辽宁锦城石化有限公司达成央地合作，实现纯苯、苯乙烯贸易合作新突破；与辽宁省石油和化学工业协会、辽宁省包装联合会、辽宁省造船工程学会签订合作协议，让“各自为战”变为“抱团发展”，让“资源优势”转化为“发展胜势”。同时，公司充分发挥东北地区资源禀赋优势，大力推动产销研用融深度协同，着力构建供需互促、产销并进、商品市场与资本市场联动的畅通循环体系，以产业链整体竞争替代产品单一竞争，推动产业链和供应链联动发展。

公司深化与下游企业的合作，销售的聚乙烯树脂原料稳定直供沈阳宏伟塑料制品有限公司。宏伟塑料以原料为基础，生产的润滑油桶、防冻冷却液桶等工业塑料包装桶广泛应用于中国石油几家驻东北炼化企业的油品、化工品包装，形成“原料供应—产品制造—终端应用”的闭环联动。

“我们突破传统的单向供应模式，既给客户供产品，又帮客户卖产品、找市场，积极打造中国石油内外部循环发展‘一条链’。现在，我们正与地区销售公司联合，让下游客户产品走进中国石油的销售网点，实现各方互惠共赢、价值共生。”东北化工销售公司高级营销专家谢宇泉说。

在资源统筹方面，东北化工销售借助金融属性推动期货套保，提升供应链服务效率；牵头协调系统内外资源双向流动，以系统内资源需求拉动系统外销售，以系统外资源供给填补系统内缺口，有效提升需求链和供应链的稳定性，构建起互补互惠、协同发展的产业格局。

东北化工销售充分发挥化工产业链“链长”作用，坚持全员开发市场，寻找优质社会资源“强链”、寻找优质客户资源“延链”、寻找海外或国内头部企业资源“补链”，为辽宁化工产业集群提供高品质产品与服务，为新时代东北全面振兴取得新突破贡献石油力量。

◆ 兰州石化：一座老炼化企业的“变道超车”

换挡提速！

中国石油网11月26日消息，11月24日，兰州石化新建3.5万吨/年特种丁腈橡胶装置生产线的AI验胶系统正在高效运行，仅10秒，就完成了一块橡胶产品的外观质量检验。同一天，运载着兰州石化高端丁腈橡胶产品的轮船到达荷兰鹿特丹港，即将交付欧洲客户。

“十四五”期间，兰州石化大力发展新质生产力、布局新兴产业，投入近70亿元，催生185个新项目，覆盖数智化改造、化工新材料开发、绿色环保及产业链延伸等多个领域。

这些重点项目的“加持”，带动企业发展方式、产业结构与竞争优势发生深刻变革。兰州石化，这座老炼化企业快速摆脱传统生产模式的惯性，换挡提速，驶入转型升级的“快车道”。

一、数智化“掌舵”

从“摸着石头过河”到“第一梯队”

今年9月，工业和信息化部公示2025年度卓越级智能工厂名单，兰州石化榜上有名，迈入国内炼化企业数智化转型的“第一梯队”。

这场转型，始于战略先行的精准布局。2021年，兰州石化率先扛起集团公司炼化企业数字化转型试点旗帜，并以榆林化工有限公司新建的乙烷制乙烯项目为“试验田”，将智能化工厂建设与项目建设同步规划、同步推进。

广袤的毛乌素沙地，就此埋下全要素数智化的“种子”。项目初期规划，在数智化建设方面投入8000余万元，后期又逐步追加，集成云平台、边缘计算、5G及人工智能等前沿技术，构建成国内首个乙烯全业务链智能化工厂。

“这不仅是一次简单的工艺革新，更是我们在项目建设中主动拥抱数智化、探索发展新路径的实践。”榆林化工有限公司总经理、总工程师李玮直言。

这次成功的实践，为兰州石化之后的转型路提供了新的蓝本。此后几年，兰州石化步步领先：2023年首批启动集团公司信息化补强工程，2024年领跑昆仑大模型场景落地，首家攻克昆仑MES统计平衡模块技术难关，“公司—工厂—车间”三级数字化赋能体系亮相，数智化技术应用逐步渗透到装置监控、数据分析等多个环节，实现“信息化补强—数字化赋能—智能化发展”三阶段的跃升。

由单点突破迈向系统推进，兰州石化持续释放数智赋能的价值：主营业务数字化覆盖率跃升至85%，生产平稳率提升至99.8%以上，设备故障诊断准确率达92%。伴随着一场“数字+专业”的效率革命，兰州石化稳步踏上数智化发展新赛道。

二、高端化“领航”

从“跟跑”“并跑”到“领跑”

2022年5月20日，振奋人心的消息传来：采用全自主知识产权技术的3.5万吨/年特种丁腈橡胶装置一次开车成功！这标志着中国石油“十四五”转型升级的一大重点项目顺利投产。自此，兰州石化丁腈橡胶总产能规模达10万吨/年，位居世界第二，亚洲第一。

这套装置的产品覆盖通用与特种系列，涵盖低腈、中腈、高腈等30多个牌号。更令人振奋的是，2024年，高羧值丁腈橡胶成功产出，一举打破国外技术垄断，广泛应用于汽车、航天、石油等高端领域，为兰州石化打造高端合成橡胶生产基地、引领行业升级奠定了基础。

从乙烷制乙烯项目的引领示范，到瞄准高端化工新材料布局，兰州石化主动跳出舒

适区，将目光锁定在产业链顶端，以项目建设“加速度”，跑出转型升级的“新速度”。

5年来，兰州石化依托11万吨/年聚丙烯装置注塑专用树脂、全密度聚乙烯装置茂金属产品开发、30万吨/年聚丙烯装置气相反应器等多项高端新材料的技术升级与扩能改造项目，累计开发新产品154项，其中首次开发的有85项，新产品开发数量位居中国石油炼化新材料板块前列，逐渐形成以医用及车用聚烯烃材料、茂金属聚乙烯管材料、超高压电缆绝缘基础材料等为代表的多系列高端新产品，化工产品差异化率与高端化率显著提升。今年以来，丁腈橡胶、聚丙烯产品SP179相继破圈“出海”，接连实现欧洲、非洲市场零的突破，开辟了产品增效全新赛道，进一步扩大了中国石油品牌在全球市场的影响力。

告别单一规模扩张的传统路径，兰州石化正以产业链升级为核心，靶向布局一批又一批技术密集、附加值高的优势项目，集聚创新资源、打通发展堵点，催发新质生产力源源不断地动力，清晰勾勒出一条从“跟跑”追赶到“并跑”争先再到“领跑”突破的产业升级进阶之路。

三、绿色化“扬帆”

从“产能高地”到“碳效先锋”

2023年盛夏，兰州石化300万吨/年重油催化裂化装置MIP二期改造项目现场，焊花点点，一片繁忙。这座已运行22年的老装置，正经历全国同类型装置中最大规模的MIP技术改造。改造后，催化汽油烯烃含量降低6个百分点，辛烷值提高0.5个单位以上，车用汽油品质实现从国V到国VIB的里程碑式跨越，为万千车辆注入更绿色、更高效的动能。

这既是一场刀刃向内的绿色革新，更是一次赋能未来的跨越，让兰州石化转型之路的“含绿量”与“含金量”同频跃升，每一步都充满了生态文明的温度和企业发展的质感。

5年来，兰州石化在追求技术领先与产业升级的同时，始终坚守绿色底色，累计投入超过20亿元，先后落地实施锅炉超低排放技术升级改造、雨污分流改造、油气回收、高耗能电动机改造等50余项重大环保提升项目，提升企业绿色发展的可持续性。

兰州石化又以清洁化生产为目标，加强水资源梯级利用、循环利用和重复利用，通过石化厂2号化污、特种丁腈橡胶废水等源头污水预处理设施项目建设，建成投用1080吨/时炼油污水深度处理回用装置、完善绿化用水管网系统等，实现废水深度回用，每年节水减排500余万吨。

一次次绿色革新，不仅让兰州石化换上“新绿装”，而且让转型升级的每一步都踏在绿意之上、行向高质量之途。“十四五”期间，兰州石化万元产值碳排放强度逐年下降，降幅达12.7%；大气污染物二氧化硫、氮氧化物、烟尘和VOCs排放量较“十三五”分别降低93.40%、27.97%、72.29%和19.57%，绘就了一幅“厂在林中、业在绿中”的新图景。

如今，作为西北工业经济的“压舱石”，兰州石化步履不停，以实干之姿踏浪而行，勾勒出“再造兰州石化、再创企业辉煌”的发展新蓝图。

◆ 延长石油——榆炼首次产出国六标准-20#柴油并开始外销

【本网靖边12月1日讯】近日，榆林炼油厂在航煤产品出现阶段性过剩的情况下，迅速调整生产策略，成功产出建厂以来首批国六标准-20#车用柴油，并于11月26日起正式对外销售，首批产量达6500吨。此举不仅有效缓解了航煤库存压力，更成为该厂推动产品结构优化、践行高质量发展的又一重要突破。

面对本地石蜡基原油生产低凝点柴油的长期技术难题，榆炼生产计划部提前开展多轮小样试验与工艺论证，系统识别装置瓶颈，为顺利转产奠定基础。试生产期间，调度部门科学配比本地与进口原油，优化常压与催化装置原料切割点；联合四车间依托装置大修后新催化剂活性窗口，以-10#柴油作为过渡产品，稳步调整升温速率，实现质量平稳过渡与运行风险可控。

在关键的质量控制环节，该厂创新采用液相加氢工艺，将航煤与柴油加氢过程直接耦合，在保障油品低凝性能的同时，有效提升罐底油置换效率，缓解储罐资源紧张，并显著降低柴油加氢装置反应苛刻度。最终，油品调和车间在不依赖降凝剂、无成熟经验可循的条件下，首次成功调和出完全合格的-20#柴油。经初步测算，本次转产实现降本增效近50万元。目前，该厂油气储运车间已完成装车系统全面置换，外销通道畅通，成品油正陆续发往区域市场。

据该厂生产负责人介绍，此次-20#柴油的成功产出是技术创新的重要开端。下一步，榆炼将重点推进-35#柴油的研发与生产攻关，并在“十五五”期间持续深化绿色低碳与高质量发展融合路径，进一步拓展高附加值产品矩阵，为地方经济稳健增长注入新动能。

◆ 榆能化：精益生产冲刺全年目标任务

作者：袁琳、张洪华

11月18日报道，以高质量发展要求和“创一流”战略目标为统领，榆能化公司将精益生产管理贯穿生产经营全链条，通过“目标分解到岗、责任落实到人、管控精准到点”的管理思路，推动生产高效运行、安全环保管控等核心任务落地见效，为四季度冲刺全年目标筑牢基础。

精益生产管理分为“三个层级”：在决策层建立“摸底数-制清单-查标准”联动机制，每周召开经营分析会，根据运行实际动态调整运行策略，摸清生产装置的血脉；在执行层推行“设备特护+工艺优化”双轨制，对237台关键设备实施“一机一档”管理，细化338项公司级工艺指标，制定所有参数清单；在操作层开展“岗位操作标准化”行动，编制128个岗位的《精益生产操作手册》，将操作误差控制在±0.5%以内。实行“销号制管理”，每周检查进度、每月分析成效、每季度考核通报。

同时，开展精益化生产对标培训，组织12个专业组赴行业先进企业学习，确定“打造12个精益管理标杆项目、11套精益标杆装置，实现吨产品综合能耗同比下降1%”等6项具体目标，通过“标杆引领+全员参与”推动管理水平整体提升。

精益生产管理已带来显著成效。截至10月底，该公司全年累计生产聚烯烃产品158.46万吨，完成集团年度计划182万吨的87.07%；核心创效装置LDPE/EVA装置实现连续稳定运行166天，生产EVA产品25.15万吨，产品合格率保持100%。工艺优化方面，DMTO装置1线双烯收率达34.63%，同比提升0.01个百分点；2线收率达34.72%，同比提升0.46个百分点，创历史最好记录。

“精益生产管理让我们的操作更有方向、责任更清晰。”烯烃中心班长马超表示，岗位操作手册的细化使关键步骤失误率下降了近50%。生产计划部经理谭光甫介绍：“从部门到班组，大家主动参与问题排查和工艺优化，三季度以来累计收到员工合理化建议87条，已采纳实施52条，创效超200万元。”

当前，该公司上下形成“人人讲精益、事事求精准”的冲刺氛围。各装置车间将四季度生产任务细化到日、责任落实到人，成立“党员攻坚队”聚焦DMTO二线丙烯制冷压缩机组等特护设备管控，全力攻克制约装置长周期运行的卡点难题，为确保年度生产经营目标全面完成、为集团高质量发展争作新贡献奠定坚实基础。

◆ 榆能化：石脑油轻柴油综合利用项目

荣获全国化工建设行业最高质量荣誉

【本网榆林11月26日讯】近日，榆能化石脑油、轻柴油综合利用项目在中国化工建设企业协会组织的2025年度化工建设工程质量评价中，荣获“优质精品工程（5A）”奖项。该奖项是全国化工建设工程在质量领域的最高荣誉。

作为集团重点投资项目，该项目积极响应榆林市高端能源化工基地建设战略，创新采用独特的“石脑油中压加氢+轻柴油高压加氢+芳烃抽提+重芳烃吸附分离”组合工艺路线。该技术路径有效最大化保留了原料中的芳烃组分，主要生产高附加值的苯、甲苯、二甲苯等“三苯”产品及高沸点芳烃溶剂，成功实现了油品向C6-C10芳烃类化工产品 & 乙烯裂解原料的高效转化，显著提升了资源利用效率。

项目于2023年1月正式开工建设，并于2024年3月顺利建成中交。建设初期，公司便确立了创建“优质精品工程”的总体目标，系统构建了覆盖设计、采购、施工全过程的创优管理体系。通过科学策划、严格的质量管控和扎实的过程管理，确保了工程高质量建成。

据悉，本次评选竞争激烈，共有来自全国的79个项目参与。榆能化项目凭借过硬的工程质量和全方位的卓越表现，最终脱颖而出，斩获最高荣誉。此次获奖，不仅是对项

目团队精益求精的工匠精神的肯定，也彰显了公司在大型化工项目卓越管理上的综合实力。

该公司表示，将系统总结此次项目的成功经验，并将其全面应用于后续如15万吨/年釜式法EVA装置等新项目建设中，力争打造更多精品工程，为公司高质量发展持续注入新动力。

◆ 榆煤化：提前完成年度生产任务

【本网榆林11月28日讯】近日，从榆煤化现场传来佳讯，截至当前，公司已累计生产甲醇70.35万吨，完成年度计划66万吨的106.59%；生产醋酸40.65万吨，完成年度计划40万吨的101.63%，提前完成全年生产任务。

今年以来，榆煤化紧紧围绕集团公司“实干为先、改革为要、合规为基”的工作主线，持续提升化工装置运行稳定性，其中醋酸单月产量达4.18万吨，创历史新高。在成本控制方面，剔除煤炭价格影响，甲醇与醋酸的完全成本实现同比下降，吨商品煤耗、水耗、电耗均优于目标值，为期两年的“保障装置长周期安全运行工作”成效显著。

同时，公司不断优化“内调+汽车+火车”多元产品发运体系，提升火车发运比例，并与陕西能源化工交易所合作开展“平台竞价销售”，覆盖客户40余家，有效增强销售透明度、拓展市场空间。

在安全管理方面，榆煤化以集团督导帮扶为契机，系统开展“强管理、夯责任、重落实、保安全”专项提升行动，印发了《关于认真落实受限空间作业防范措施的通知》《受限空间作业标准化操作手册》等8项特殊作业管理文件，制定《安全管理提升行动方案》，严格执行集团公司《外包作业十五大禁令》，落实“一为主四确认四参与”和“一书一表一卡一会”安全管理措施，强化风险管控。并通过集中授课、现场演示与案例警示等方式，规范作业行为，提升制度执行力，筑牢安全环保防线。

此外，公司重点推进的50万吨/年甲醇制乙醇项目已进入试生产最后阶段，总体进度达98.8%。设计工作全部完成，采购完成98.9%，施工完成96.8%。乙醇装置工艺管道已完成44.2万寸，占总量的95%以上。乙醇醋酸下游产品项目也已完成备案，取得预选址、水土保持、林地草地使用及首批用地等18项前期手续，环评与节能审查正在办理变更，前期基础施工正有序推进。

12月份，榆煤化将继续在集团公司的领导下，全力推进50万吨/年甲醇制乙醇项目试生产任务，以优异成绩为集团高质量发展贡献力量。

◆ 延长石油延安能化碳基新材料项目开工

11月24日讯，11月21日，陕西延长石油延安能源化工有限责任公司举行碳基新材料项目开工仪式。延长石油集团党委书记、董事长张恺颿，以及中国成达工程公司、陕西化建工程公司负责人等参加开工仪式。

羰基新材料项目是延长石油集团实施化工产业延链补链强链工程的重点项目，对进一步提高产品附加值，提升市场竞争力，推进产业链向差异化、高端化迈进具有重要意义。项目总投资53.21亿元，以乙烯、丙烯、丁烯羰基化为核心，生产醇、醛、酯等高附加值产品，进一步延伸至聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、高端乙丙橡胶等，致力于打造延长石油醇、醛、酯新材料生产基地。

该项目遵循“一体规划、分步实施”原则分三个阶段有序推进。预计2026年底，一阶段规划实施的2.5万吨/年乙丙橡胶二线装置打通流程出合格产品，5万吨/年MTBE装置（含丁烯异构化）、ACO技术改造两个项目建成中交。二阶段规划实施5万吨/年乙丙橡胶装置、10万吨/年MMA-PMMA一体化项目。三阶段规划实施甲基丙烯酸丁酯及其共聚物、2万吨/年POM（聚甲醛）、1万吨/年叔丁胺等装置，目前正在开展可行性研究。三个阶段项目全部实施后，延能化年均产值将增加约41.96亿元，年均税后利润增加约7.07亿元，新增就业岗位402个，经济效益和社会效益明显，持续盈利能力将大幅提升。

据悉，作为延长石油集团全资子公司，延安能化公司负责建设和运营的延安煤油气资源综合利用项目，2020年7月进入商业运营，建有180万吨/年甲醇、60万吨/年甲醇深加工、40万吨/年轻油加工利用、42万吨/年聚乙烯、30万吨/年聚丙烯、20万吨/年丁醇、8万吨/年2-PH（二丙基庚醇）、2.5万吨/年乙丙橡胶等8套主装置。其中轻油加工装置属国内首套，丁醇/2-PH联产装置为世界首套，乙丙橡胶装置是世界首套全流程采用意大利FasTech公司溶液聚合法工艺技术的装置。

◆ 榆煤化公司：锚定深加工、让乌金焕新

11月26日讯，“现在就等11月联动试车，争取12月底顺利产出合格乙醇。”10月30日，榆煤化50万吨/年甲醇制乙醇项目中交，项目现场技术人员对照清单核查设备，确保后续流程衔接顺畅。技术组组长王培忠抬头看向远处的装置区，语气里满是期待。

在毛乌素沙漠边缘，“煤”这一传统能源正被赋予全新价值，该公司自2009年成立以来，以“补链、强链、延链”为核心，锚定煤炭深加工赛道，16年深耕推动“乌金”从“燃料”转向“材料”，为能源化工行业培育新质生产力提供“延长方案”。

一、煤化之路的“破冰之难”

2008年，20万吨/年醋酸及其配套项目在榆横工业园区破土动工，成为延长石油首个煤化工项目。彼时延长石油虽有石油化工基础，但煤化工领域完全空白，刚成立的榆煤化每一步都充满挑战。

榆林夏季干热、冬季严寒、春秋多风沙，极端天气给施工带来不小阻力；更难的是工艺陌生，项目面临设计不完善、进度滞后、技术人才不足等问题。榆煤化将指挥部设到现场，搭建简易板房，技术人员“两班倒”24小时驻守。

“那时候板房冬天漏风，我们裹着棉被改图纸；夏天闷热得像蒸笼，汗水顺着安全帽带往下滴。”参与项目建设的惠朝军回忆，团队白天盯工地、晚上研参数，经常熬到

后半夜。

经过上千个日日夜夜的努力，2011年，装置顺利产出甲醇、醋酸合格产品。但这仅是开始，装置在运行中逐渐暴露出换热效率不够、化验指标不准等问题，榆煤化人逐项制定技改方案，用4个月时间解决了500余项问题，让装置逐渐稳定运行，第二年醋酸装置便实现了年产20万吨。后经升级改造，扩产至40万吨。

2015年，榆煤化再迎突破——拥有自主知识产权的15万吨/年钴基浆态床费托合成气制油示范装置打通全流程，以自主钴基催化剂提纯度、创新工艺降能耗，填补国内空白。此后，随着“双碳”战略的深入推进，传统煤化工高能耗、高排放的问题更加凸显，转型升级迫在眉睫。

二、开辟新赛道的“加速之战”

乙醇是优质汽油添加剂，但传统生产依赖粮食，与我国国情不符；我国富煤贫油的能源结构，为煤基乙醇提供了广阔空间。2015年，中科院大连化物所与延长石油联合研发的二甲醚羰基化煤制乙醇技术获“国际领先”鉴定，兴化10万吨/年示范项目随后落地，积累了工业化经验。榆煤化敏锐抓住机遇，果断进军煤基乙醇领域。

2020年6月，榆神50万吨/年煤基乙醇项目开工。作为该技术首个工业放大项目，团队不仅要攻克设备选型难关——跑遍十几个省市厂家、参数表修改十余版，更以“时间就是生命，速度就是效益”为准则，采用EPC总承包模式，有效克服设计、采购、施工的脱节问题。

“项目建设时期，我们的设计跟着现场进度走，采购按施工需求动态调，还锚定‘国优工程’搞攻坚、设节点奖励，保障了施工进度。”提起那段奋斗的日子，张小东颇为感慨。2022年6月项目实现中交，仅用24个月建设工期。次年3月，这一当时全球规模最大煤制乙醇项目产出第一批合格乙醇产品，纯度达99.8%，奠定了我国煤制乙醇技术的国际领先地位。

2023年底，因集团战略调整，榆神50万吨/年煤基乙醇项目划转至兴化集团。但榆煤化并未停下脚步，而是迅速启动凯越煤化50万吨/年甲醇制乙醇项目，继续深耕煤深加工领域。

三、推动煤炭从“转化”到“精化”

从2024年6月开工到2025年10月30日顺利中交，榆煤化50万吨/年甲醇制乙醇项目已转入联动试车攻坚期。这个扎根老厂区的项目不仅沿用了中科院大连化物所的成熟技术，与榆神能化同类项目实现技术同源，更在老厂改造的中，探索出了一条煤炭深加工的“精化”新路径。

项目建设过程中，团队直面老厂生产区的复杂挑战：地下管线错综复杂，部分已运行超10年、老化严重，无法大规模机械开挖，只能人工操作。“我们每天拿三维建模图纸现场核对，一锹一锹小心挖，生怕碰坏老管线。”工程组组长惠杰回忆道，施工人员用红漆标注管线走向，开挖时专人全程盯守。通过三维建模精准标注管线信息，结合参数复核与模拟验证，制定科学排布方案，确保新老管线互不干扰。

项目还深度应用智慧工地系统，结合天气、作业面等实际情况，统筹协调各方资源，规划卸货与吊装流程，为设备建立档案，通过人工核对、拍照记录留存核心数据，推动工地管理从“经验驱动”转向“大数据驱动”，构建数字化质量管控体系。此次中交为11月联动试车、12月产合格产品铺平了道路，其“老厂改造 + 技术复用 + 快速建设”模式，为行业提供了可复制的“延长经验”。

于此同时，榆煤化总投资84.82亿元的乙醇醋酸下游产品项目也在有序推进。项目分为两个阶段，第一阶段投资49.79亿元建30万吨/年醋酸乙烯联合装置等，计划2027年6月中交；第二阶段建乙烯基油、 α -烯烃及POE装置，计划2027年12月中交。目前，手续办理、设计工作有序推进，场平、部分建筑桩基施工完成，埋地管道、厂区道路等工程顺利推进。

“项目建设是企业转型的‘生命线’。未来，我们将以甲醇制乙醇项目和乙醇醋酸下游项目为重点，全力打造高端精细煤化工新材料示范基地。”榆煤化公司党委书记、执行董事韩磊表示。

从2008年首涉煤化工“破冰”，到煤基乙醇赛道“加速”，再到榆横项目推动煤炭“精化”，榆林煤化16年之路，是能源化工行业培育新质生产力的生动实践——以技术突破路径依赖，用数字赋能重塑模式，靠产业链延伸激活价值。相信随着凯越项目即将投产、下游项目推进，这片毛乌素沙漠边缘的“煤海”，将继续书写“乌金焕新”的新篇章。

■ 安全环保

◆ 国内首批油气行业温室气体自愿减排

项目方法学正式发布

中国石油网11月27日消息，（通讯员 黄薪宇 徐文佳）11月21日，国家生态环境部、国家能源局联合印发3项油气行业温室气体自愿减排项目方法学。其中2项由中国石油牵头编制，分别为《温室气体自愿减排项目方法学·陆上气田试气放喷气回收利用（CCER—10—003—V01）》《温室气体自愿减排项目方法学·陆上油田低气量伴生气回收利用

（CCER—10—004—V01）》。这批方法学的发布，填补了国内油气行业温室气体自愿减排项目方法学的空白，标志着我国油气行业温室气体排放管控迈入以市场机制驱动技术创新的新阶段，为企业开发碳资产、申请核证自愿减排量打通了关键路径。

温室气体自愿减排项目方法学是确定减排项目基准线、论证额外性、计算减排量、制定监测计划等内容的方法指南，是审查温室气体自愿减排项目是否合格以及计算项目减排量的技术标准和基础。

《温室气体自愿减排项目方法学·陆上气田试气放喷气回收利用（CCER—10—003—V01）》由西南油气田牵头编制，规定了陆上气田试气放喷气回收利用的适用条件、项目边界、计入期、温室气体排放源、减排量核算方法、监测方法以及项目审定与核查要点，为行业减排工作提供了实操指南，有力保障了气田减排数据核算精准。

《温室气体自愿减排项目方法学·陆上油田低气量伴生气回收利用（CCER—10—004—V01）》由安全环保技术研究院牵头编制，主要关注缺少经济效益的低气量油井伴生气资源化项目，在适用条件和数据质量要求等方面进行了改进和完善。其发布将激活低产、边远、零散井的减排潜力，为油气行业深度参与国家“双碳”目标和全国碳市场扩容提供了清晰的技术路径。

◆ 中国石油“迈向‘十五五’·见证大国能源脉动”

主题慢直播活动特别报道

中国石油网11月24日消息，初冬，清晨的第一缕阳光为大庆油田星火水面光伏示范工程披上一层金辉，蓝色的光伏板在薄雾中熠熠生辉；与此同时，数千公里外的新疆，抽油机在百里油区有节奏地律动……11月14日，中国石油“迈向‘十五五’·见证大国能源脉动”主题慢直播活动启动，这些跨越山河的画面，通过中国石油视频号、铁人先锋、中国石油抖音等平台同步呈现，吸引了超过13万人次在线观看。

本次直播多维度展现“十四五”期间中国石油牢记“能源的饭碗必须端在自己手里”的殷切嘱托，紧跟新质生产力的发展步伐，稳步推进“清洁替代、战略接替、绿色转型”三步走总体部署，坚定迈向“油气热电氢”转型之路，并共同展望“十五五”高质量发展的新图景。

一、绿色转型多点突破

绘就能源生态共生新画卷

直播镜头下，不同地域的绿色实践共同勾勒出中国石油转型的清晰路径。吉林油田昂格风电场是中国石油首个规模外送风电场，以367天的建设新纪录完成老油田向新能源基地的跨越。88台风车迎风矗立，与晚霞同框的画面，引发网友刷屏赞叹：“传统油田‘变身’太治愈了。”

作为中国石油首个水面光伏示范工程，大庆油田星火水面光伏示范工程开创性地打造了“水上发电站”，“用水面发电不破坏生态”的创新理念让网友充满向往。

长庆油田兰州马滩地热供暖开发示范项目深耕西北，采用“取热不耗水”技术为千家万户送去地热温暖，成为“十四五”期间，能源与生态协同发展的生动实践。

二、科技创新硬核赋能

激活高质量发展新引擎

作为新质生产力的集中体现，直播中的两大科技标杆令人瞩目。能源化工领域首个通过国家备案的3000亿参数昆仑大模型，应用场景赋能油气全产业链，助力“数智中国石油”总体规划推进。昆仑大模型被网友盛赞为“能源版ChatGPT”，他们感叹道：“找油采气也能靠AI，太牛了。”

长庆油田页岩油华H100平台同样吸睛。该平台在30亩土地上精准部署了31口水平井，以“陆上采油航母”之姿集成光伏、CCUS等绿色技术，打造国家级示范区。“采油固碳两不误。”“‘十五五’开放工业旅游，我第一个报名！”……网友的留言既是对中国石油技术创新的肯定，更是对其在“十四五”期间实现资源高效开发与生态保护平衡的赞赏。

三、业态服务全面升级

勾勒综合能源发展新蓝图

正午时分，四川销售涌泉综合能源站一派繁忙景象。作为中国石油在川最大的超级充电站，这里已构建起“人·车·生活”生态圈。“充电、洗车、购物一站搞定，以后跑长途就锁定这里。”网友的真实体验，展现了中国石油服务升级带来的便利。

大庆石化积极打造全国最大的顺丁橡胶基地，其生产的“昆仑牌”顺丁橡胶以优异的耐寒耐磨性能成为新能源汽车轮胎的关键材料，为电动汽车安全续航提供坚实支撑，网友不禁惊叹道：“产业链协同太强大。”“仿佛亲临现场体验石化前沿科技，真是太棒了。”

让众多网友意想不到的，新疆油田百里油区走出了文旅融合的新路径。抽油机与光伏板同框的独特景观，让大家直呼：“要带孩子来感受能源传承与创新。”

这场慢直播，既是对中国石油“十四五”期间取得非凡成就的巡礼，更是以新质生产力为引领，坚定迈向“十五五”的郑重宣示。

暮色渐浓，昂格草原上的巨大风叶在绚烂的晚霞中旋转。当镜头定格这一瞬间，网友看到的不仅是一个能源项目，更是低碳未来的实践路径。当算法写进车间、科研成果融入一线，一幅以绿色为底色、创新为动能、数智为羽翼的能源高质量发展新画卷，正

在神州大地壮丽辅展开来。

◆ 塔里木油田：成为“零碳工厂”标准试点

中国石油网11月27日消息，11月24日记者获悉，2025年“零碳中国”标准试点名单揭晓，塔里木油田公司轮南采油气管理区轮南油气运维中心荣获“零碳工厂”标准试点。塔里木油田成为今年全国12个标准试点中唯一获此殊荣的油气田企业。

轮南油田位于新疆巴音郭楞蒙古自治州轮台县，涵盖轮南、提尔根、吐格尔明3个油气开发单元。今年前10个月，该油田生产零碳原油19.2万吨，累计生产绿电超993万千瓦时，实施碳捕集利用与封存技术（CCUS）注碳、光伏采油、余热利用等多元互补模式，实现碳排放量为负值，展现出老油田绿色发展“第二曲线”新形象。

作为塔里木油田首个低碳示范区，轮南油田充分发挥区位优势、挖掘潜力及丰富太阳能资源，推动多技术、多系统协同创新，构建“运维+”“光伏+”“余热+”的“1+N”绿色产业体系。通过光伏清洁替代、余热利用节能降耗、烟道气回注、辅助碳汇林和CCUS碳埋存等多能互补模式，实现油气生产“负碳运营”，成功打造“零碳”生产示范区。

“非化石能源消费占比已达29.79%。”塔里木油田轮南采油气管理区执行董事、党委书记崔小虎介绍，“我们甚至直接用光伏电力为井场电加热炉加热，替代传统燃气加热。”

CCUS仅是轮南“零碳拼图”的一部分。在沙漠腹地，150亩“沙戈荒”空地上建有6兆瓦集中式光伏电站，15口单井场站铺设了1.45兆瓦分布式光伏板，年发电量达1080万千瓦时，不仅满足轮南油田全年用电，余电还可返输电网。

余热利用也成为节能降碳的关键举措。油田利用压缩机出口130摄氏度的高温气体与供暖回水换热，实现年节约天然气97万立方米，减排二氧化碳2097吨。

此外，轮南油田租赁的8辆新能源电动车及2座光伏车棚，替代了老旧燃油车，年节约汽油100余吨，实现减排304吨。

目前，轮南油田“零碳工厂”年碳排放量已由建设前的1.7万吨降为“负碳运营”，实现每生产1吨原油减排二氧化碳8.11千克。

◆ 大港油田：特色施工方案保障井控安全

中国石油网11月25日消息，11月18日，大港油田井下作业公司应用2英寸连续油管，以分段作业方式，完成板深35井井深3954至4562米处3个射孔井段的封堵施工任务，刷新了连续油管封堵作业深度纪录，为后续同类井封堵施工探索了有益经验。

板深35井地处板中北储气库极高井控风险区块，上次作业证实该井压力高、气量大、含硫化氢，作业井段井温超过150摄氏度，封堵作业存在极高的井控安全和卡堵管柱风险，情况严重时甚至导致井筒与作业管柱报废。现有的“连续油管+常规堵剂”施工方案仅具备4000米以内井段封堵能力，难以满足板深35井的作业需求。

为解决难题，大港油田井下作业公司组织专家队伍从堵剂性能入手，优选高温堵剂将作业窗口期由4小时延长到5.5小时，满足160摄氏度、4800米井深以内的连续油管封堵作业需求。与此同时，技术团队和施工队伍联动，充分研判风险，通过开展堵剂初凝实验、严控物料质量、强化车辆保障，精控管柱上提速度、施工泵压、排量、隔离液量，实现堵剂上返速度与连续油管上提速度相匹配，分两次顺利完成3个射孔井段的封堵作业任务。

◆ 大庆油田：“三化”管理模式入选行业典型案例

中国石油网11月27日消息，11月26日，记者从大庆油田获悉，该油田申报的《大庆油田老区采油厂节能减排“三化”管理模式》，成功入选《2025年度石油和化工行业全面绿色转型典型案例》。

9月，在收到案例征集的通知后，大庆油田新能源事业部积极组织编写案例，系统总结了2024年以来的节能降碳实践：面对高含水期开发难题，采油三厂创新采用“智能化、靶向化、系统化”管理模式，通过构建能耗管控平台，实现能效实时对标与设备智能诊控，对高耗能井和设备实施“一点一策”分类管控，同时统筹优化注采平衡。截至目前，实现节能量相当于2.2万吨标煤，总能耗下降4.05%，碳减排超4.6万吨、节约成本近4400万元。

此次案例征集由中国石油和化学工业联合会组织，旨在加快构建石油和化工行业绿色低碳循环发展经济体系，推动全行业高端化、绿色化、智能化发展，最终筛选出包含工程服务类、技术升级类、管理创新类30个标杆案例，展现行业绿色可持续发展实践。

◆ 川庆钻探：专项整治压实安全责任

中国石油网11月25日消息，11月17日，川庆钻探长庆监督公司质量健康安全环保部与各基层单位进行电话连线，进一步部署“真查真报真治”专项整治工作，以零容忍态度重拳防治监督领域造假乱象，推动安全监督工作提质增效。

此次专项整治覆盖该公司各监督站点、一线监督现场及内部管理全流程，精准解决监督人员不作为、假作为、乱作为等问题，坚持问题导向，动真碰硬除弊端，坚决守住安全生产第一道防线。

为确保整治落地见效，该公司将违章隐患分为“较轻、较重、严重”三级，对应批评教育扣绩效、警告至记大过、降级处理，给予当事人相应处罚，同步问责单位分管领导及主要领导，压实各级责任。

此次专项整治旨在遏制弄虚作假风气，强化全员责任意识，杜绝隐患“漏网”，保障现场安全。目前，各单位已通过专题培训、案例剖析、签订责任承诺书等方式，实现整治全员覆盖、全面落实。

下一步，该公司将持续深化整治成效，确保监督记录真实可溯、隐患整改闭环、事故事件依规上报，为公司安全健康高质量发展提供坚实保障。

◆ 长城钻探：新技术为储气库井筒安全“上保险”

气密封检测一次合格率达100%

中国石油网11月25日消息，11月17日，辽河储气库新建注采井双034-1X井合格交井，标志着辽河储气库2025年新建井全部完井，这意味着长城钻探公司自研的适合储气库交变压力环境的环空带压预防新材料、新工艺在该井试验应用中获得成功，为储气库井筒安全再上保险。

由于储气库井具有反复注采的工艺特点，环空带压成为普遍难题，给储气库安全生产带来挑战。自2024年起，公司成立了由首席专家牵头的专项小组开展技术攻关，从技术套管/油层套管、油层套管/地层环控带压原因分析入手，就保障套管串完整性与水泥环密封性等开展研究，研发了适合储气库交变压力环境的环空带压预防新材料、新工艺，已经甲方审核通过，并在今年的新钻井中开展了试验应用。

针对通用油基质密封脂长时间使用后易挥发、无法实现长久密封性等问题，公司研发了可固化弹性密封脂，强化螺纹丝扣密封性，经使用后，实现气密封检测一次合格率从99%提升至100%。针对近井口长期震动工况下套管螺纹泄漏，研究激光焊接辅助密封，通过优选焊材，对近井口套管螺纹进行辅助焊接密封试验，提高了套管串在震动及交变注采工况下的密封能力，气密封检测一次合格率达100%。为减少注采交变压力对水泥环的影响，试验采用了“韧性防窜水泥浆+自愈合”水泥浆体系，实现了凝固后韧性好、微膨胀、对水泥环微瑕疵进行自我修复等预期目标，施工井技术套管固井平均优质率达到91.7%，生产套管固井平均优质率达到92.7%，有力保证水泥环的密封性。

同时，为了从源头上控制和消除储气库环空带压情况，辽河油田储气库公司专家经过论证分析，将可固化弹性密封脂应用到注采管柱，消除了因注采管柱丝扣泄漏导致油压泄漏的情况，目前本年度新井注采管柱施工已经完成，进一步验证了其密封的可靠性。

此项新工艺在辽河油田储气库的成功应用，不仅破解了交变压力下环空带压的行业难题，更标志着长城钻探公司在储气库安全开发技术领域实现了关键突破。

下一步，长城钻探将持续优化环空带压预防技术体系，一方面针对不同地质条件的储气库井开展定制化方案研发，进一步提升技术适配性与可靠性；另一方面加快新工艺的规模化推广应用，将技术成果转化为保障储气库长期安全、高效运行的核心能力，为国家能源储备基础设施安全稳定发展提供更坚实的技术支撑。

◆ 兰州石化：地下管线诊断“一探便知”

中国石油网11月25日消息，11月20日，兰州石化公司研究院（科技创新中心）员工王宇运用“非接触磁力扫描技术”，对厂区地下生活水线与供暖管线开展全面检测，系统排查泄漏隐患，为冬季供暖构筑安全防线。

石化企业生产区域地下管线布局复杂，传统检测方法不仅效率低下，往往还要破开

路面，给企业带来一定的经济成本。而“非接触磁力扫描技术”基于金属磁记忆效应与梯度磁场测量原理，通过捕捉埋地磁性管道在地磁场作用下产生的附加磁场变化，实现了对管道金属损失、裂纹、应力集中等各类缺陷的精准识别。该检测技术覆盖范围广、识别效果好，对管道变径、转弯等复杂工况适应性强，有效解决了传统检测手段难以应对特殊管段检测的难题，具有更精准、更经济、更高效的优势，弥补了传统技术的不足，充分契合兰州石化对管线“不间断、高效率”运行的需求。

通过应用该技术，兰州石化实现了对地下管线全面、精准的“健康诊断”，构建起科学完善的管线完整性管理体系，显著提升了生产区域设备安全运行的可靠性。该项技术的研究应用成果成功破解了地下管线检测“效率低、成本高、风险大”三大核心难题，在同类型企业中具有很高的推广价值，在第三届甘肃企业科技创新大赛中荣获科技成果奖二等奖。

◆ 广东石化：“智慧之眼”管廊巡检“零遗漏”

中国石油网11月25日消息，11月15日，在广东石化炼油18号路的辅路上，一台红色智能巡检机器人正沿管廊全自主行进。它搭载的灵敏探头如一双可360度旋转的“眼睛”，精准捕捉20多米外管廊的实时状态，并将高清画面与数据同步传输至后方监控中心，实现“无人值守、一览无余”的智能巡检。

广东石化管廊系统结构复杂、跨度长，传统人工巡检强度大且在数据记录与隐性风险识别上存在不足，部分管廊可能发生气体轻微泄漏，人工难以在安全距离内及时察觉，成为潜在安全风险源。为破解上述难题，广东石化推进防爆管廊智能巡检机器人系统建设并开展试运行，成为中国石油首家应用智能巡检机器人对管廊进行常态化巡检的企业，在推进设备管理数字化、智能化方面迈出了重要一步。

该系统名为管廊“巡弋”机器人系统，由防爆机器人、防爆充电桩、无线通信网络及运维管理平台等组成，搭载“眸视机器人定位和导航系统”，配备四目云台（可见光、热成像、激光甲烷/光谱相机、补光灯）、声光报警、语音对讲、气体检测、火焰检测等硬件。

管廊“巡弋”机器人的主要巡检范围是管廊和压力表。在管廊侧面的马路上边走边巡，通过云台转动、放大倍数对管廊跑冒滴漏进行检测。机器人在管廊区以每秒0.7米的速度匀速前进，连续采集100米范围内的光谱及可见光数据，AI模型实时判定异常区域，异常图片、异常位置、异常时间等报警数据同步上传到远程监控系统。

此外，该机器人能自动生成标准化巡检报告，并持续积累设备状态历史数据，为开展预测性维护、优化检修周期、评估管线完整性提供科学依据，推动设备管理从“定期检修”向“状态检修”转变。

管廊“巡弋”机器人试运行1个多月以来，显著提升了响应速度、可靠性、数据精度和感知灵敏度。响应速度提升360倍，实现从人工平均30分钟到机器人秒级报警的跨越；可靠性提升30倍，漏检率从约3%降至0.1%；数据精度提升16倍，视觉识别误差远低于人工远视读数；感知灵敏度提升2个数量级，1ppm浓度泄漏即可识别报警，大幅优于人工感

知水平，实现了对潜在泄漏的超前预警。

下一步，广东石化将把智能管廊“巡弋”机器人的成功经验，从管廊推广到罐区、装置区等更多关键点位上。通过形成“点线结合”的立体巡检网络，最终实现对整个生产区域的全面覆盖与智能监控，打造无人巡检、有人值守的智能化管理新范式。

◆ 昆仑物流：“码上一扫”消防管理“全闭环”

中国石油网11月25日消息，“以前巡检灭火器，得带着纸质台账逐一核对，既耗时又容易出现记录疏漏，现在用手机扫一下二维码，设备信息、巡检情况一目了然，提交数据还能实时同步到后台，效率比以前高多了！”11月19日，昆仑物流安全巡检员杨刚在完成办公区域灭火器巡检后，对公司新启用的草料二维码巡检系统赞不绝口。

消防安全无小事，灭火器作为火灾初期扑救的关键设备，其完好有效性直接关系到人员与财产安全。以往，昆仑物流灭火器巡检工作主要依赖人工记录，在长期实践中暴露出诸多问题：纸质台账更新不及时，难以实时反映设备状态；巡检轨迹缺乏有效追踪，责任落实易打折扣；隐患整改流程烦琐，存在拖延遗漏风险；因人工疏忽导致“漏检”“错检”，给消防安全埋下隐患。为破解传统巡检模式的弊端，进一步提升消防安全管理精细化水平，昆仑物流经过多方调研对比，最终确定引入草料二维码技术，搭建数字化巡检平台。

在系统落地实施过程中，公司组织专人对各辖区内的办公区、仓库、施工现场等重点区域的灭火器进行全面排查统计，逐一记录每台设备的型号规格、生产日期、放置位置、责任人等核心信息。针对每台灭火器生成唯一对应的草料二维码“电子身份证”，并将其张贴在设备明显位置，实现“一物一码、物码绑定”。这一举措彻底改变了以往纸质台账“查起来费劲、改起来麻烦”的困境，巡检人员及管理人员只需通过手机扫描二维码，即可随时调取灭火器全生命周期信息，实现了设备管理的透明化与便捷化。

如今，灭火器巡检已形成“扫码—检查—填报—提交”的标准化数字化流程。巡检人员到达现场后，扫描二维码即可触发系统自动弹出的巡检任务清单，清单明确要求检查灭火器压力是否正常、瓶身铅封是否完好、喷管是否通畅等。巡检人员对照清单逐项核查，通过文字、图片或短视频形式实时上传现场情况，若发现安全隐患，可直接在系统内标注“须整改”状态，相关信息将同步推送至对应责任人，形成“发现—上报—整改—反馈”的闭环管理。

“草料二维码巡检系统的应用，不仅大幅提高了灭火器管理的数字化水平，而且推动公司消防安全管理从‘被动应对’向‘主动防控’转变。”昆仑物流公司质量健康安全环保部负责人汪源表示，“通过数字化手段，每一次巡检都有迹可循，每一台灭火器都责任到人，既强化了巡检人员的责任意识，有效规避了人工操作的失误风险，又使消防安全管理流程更加规范透明，为安全生产筑牢了坚实的技术屏障。”

◆ 中国石化——全民消防、生命至上——安全用火用电

本报11月27日讯，11月是全国消防宣传月，今年的主题是“全民消防、生命至上——安全用火用电”。本次消防宣传月期间，各单位开展了实战演练、隐患排查、技能比

武、科普宣讲等丰富多彩的活动。这些活动既检验了消防队伍的应急处置硬实力，也让消防安全知识走进车间、走进班组、走进家庭，推动形成“人人讲消防、事事为消防、时时想消防”的全民参与格局。

消防无小事，责任大于天。希望通过本版专题，进一步凝聚全员消防安全共识，让每一位石化人都成为消防安全的践行者、传播者、守护者，以常态化行动筑牢安全防线。

聚焦生产一线用火用电安全

Part 1、核心知识点

- 制度核心：动火作业必须严格执行作业许可管理，未经审批严禁动火。
- 过程控制：作业前必须清除可燃物，进行气体检测；作业中必须安排专人监护，现场配备足量、适用的消防器材。
- 本质安全：确保作业环境符合安全条件，隔离危险能源，预防火花飞溅。

一线安全提示

- 动火前，务必“三确认”：确认票证齐全、确认措施到位、确认监护人履职。
- 作业时，严守“三不动火”：无票证不动火、措施不落实不动火、现场无监护不动火。
- 发现违章，立即制止并上报。

Part 2、核心知识点

- 设计规范：所有电气线路敷设、设备安装必须符合防爆及安全技术规范。
- 日常维护：建立并执行定期巡检制度，严防线路过载、老化、绝缘破损。
- 环境适应：秋冬季昼夜温差大，易凝露，需重点关注电气设备的防潮、散热与接地可靠性。

一线安全提示

- 严禁私拉乱接电线，严禁设备超负荷运行。
- 发现电缆发热、开关异响、绝缘破损、接线松动等异常，立即停止使用并报修。
- 非电工人员，严禁从事电气作业。

Part 3、核心知识点

- 全员责任：隐患排查是每一位在岗人员的核心职责。
- 聚焦重点：日常巡检应重点关注“跑、冒、滴、漏”、安全附件完好性、静电接地有效性及消防通道畅通性。
- 闭环管理：对发现的隐患应遵循“发现—报告—整改—验证”的闭环管理流程。

一线安全提示

- 上岗前、作业中、交班前，必须对岗位设备、管线、仪表及安全设施进行例行检查。
- 熟练掌握本岗位的“三清三关”（清杂物、清油污、清易燃物，关电源、关气源、关火源）要求。
- 鼓励“隐患随手拍”，利用信息化工具快速上报隐患。

Part 4、核心知识点

- 配置与点检：熟悉本岗位消防器材的配置位置、类型、数量，并参与日常点检，确保其完好有效。

• 操作要领：


灭火器：提、拔、握、压（提起灭火器，拔掉保险销，握住喷管，压下压把）。

消火栓：抛、接、开、射（抛出水带，接好接口，打开阀门，握紧水枪射水）。

消防自救呼吸器：开、取、戴、呼吸（打开盒盖，取出头罩，拔掉塞栓，戴好头罩，正常呼吸）。

一线安全提示

- 积极参加单位组织的消防实操实训，确保人人过关。
- 爱护消防设施，不随意挪动、遮挡。
- 遇火情，保持镇静，判断形势，在确保自身安全的前提下科学施救。

（来源：安工院）

◆ 中国石化：环科公司小泡泡、大能量

本报11月26日讯，11月17日，在环科公司土壤地下水污染防治与绿色修复重点实验室，研发人员王岩全神贯注地操作微泡沫发生器。特定条件下生成的微米级小泡泡，被缓缓注入透明的饱和石英砂模拟土柱。这些微泡沫能精准渗入土粒间隙，为藏匿其中的好氧微生物持续输送能量。原本难以降解的污染物，在精准供氧作用下加速分解。

这一幕，直观展现了新型微泡沫增氧技术的破局之力。

历经一年技术攻关，环科公司研发团队于近日成功研发新型微泡沫增氧技术，破解了土壤地下水好氧修复领域的持续供氧难题，不仅能让氧气在土壤中的停留时间从3天延长至7天，污染物降解效率提高两倍，而且将综合成本（人工、检测、处理）降低了20%，为行业提供了高效经济的绿色修复解决方案。

在重金属与有机污染治理领域，好氧微生物修复技术凭借成本可控、环境扰动小、生态兼容性强等优势，被誉为污染净化的生态清洁工，是行业优选的绿色治理方案。该技术对氧气有着高度依赖，需要依靠增氧技术来使好氧微生物保持高活性状态，从而收到预期修复效果。常规增氧技术中，无论是曝气法还是释氧药剂，均存在操作流程烦琐、运维成本偏高、氧气在地层中分布不均、持续供氧效能有限等痛点，成为制约土壤地下水污染防治提质增效的瓶颈。而微泡沫增氧技术虽能将单次供氧时间延长至3天，较常规技术的不到1天有明显突破，但仍存在稳定性差、持续性不足的短板。

“破解难题的核心，是要同时实现精准控氧与稳定释氧。攻关微泡沫增氧技术过程中，我们遇到了微泡沫易破裂、地下滞留时间短等多重挑战。”研发团队负责人师新阁介绍，他们扎根实验室，开展数百次实验调试，通过优化发泡剂配方、调控发泡参数增强微泡沫稳定性，再结合土柱模拟实验，系统厘清环境压力、介质渗透系数等关键参数的影响规律，最终形成可复制、可推广的标准化技术方案。

“这相当于为好氧微生物搭建了专属供氧通道。”师新阁表示，新型微泡沫增氧技术应用于修复场景时，氧气能在含水层和包气带中均匀扩散，如同细雨滋润干涸土地，显著提高好氧微生物修复的氧传递效率和污染物降解速率，让生态清洁工真正实现高效履职。

目前，新型微泡沫增氧技术已完成模拟土壤条件下的系统性验证，工程化应用前景清晰。下一步，研发团队将通过实验砂箱模拟复杂地层结构，进一步验证技术在实际污染场地的适配性、稳定性和可靠性，为后续实地工程应用筑牢基础。

◆ 环科公司：申报项目入选国家科技重大专项

本报11月24日讯，近日，环科公司牵头申报的“太行山—燕山山前地带典型行业水土污染协同监控与低成本韧性治理技术与应用”项目，正式入选生态环境部“京津冀环境综合治理国家科技重大专项2025年度项目”。这是该公司获评的第3个国家级科技研发项目，彰显了在环保科技创新领域的强劲实力。

该项目聚焦京津冀山前地带土壤地下水源头防控的核心难题，重点破解“典型行业污染物迁移转化机制不清”与“低成本韧性治理技术缺失”两大行业痛点。研究团队创新提出“传输通量驱动”防控理念，通过水力截流、多功能阻控、多相回收及模块化装备四大关键技术攻关，构建起从基础研究到工程示范的全链条技术体系。该方案首次攻克基岩裂隙污染场地治理技术难题，填补我国在这一领域的技术空白。

为凝聚攻关合力，该项目集结了北京市生态环境保护科学研究院、清华大学、北京市生态环境监测中心等8家科研单位，组建起跨学科创新联合体。通过技术管理双轨创新模式，建立可复制、可推广的污染治理范式，为京津冀地区土壤地下水环境质量持续提升提供系统性解决方案。

◆ 胜利油田：一份页岩油安全生产的“避雷手册”

本报11月25日讯，近日，在胜利油田东辛采油厂盐家管理区，一份名为《民丰页岩油生产异常事件汇编》的手册被争相传阅。这本手册没有成绩总结、效益汇报，而是详细记录了2022年至2025年该区页岩油开发过程中发生的15起生产异常事件。

看似“自曝家丑”的手册，不仅没引来指责，反而成为多家兄弟单位争相学习的“抢手货”。“明知道有风险，却遮遮掩掩，不主动暴露出来让大家吸取教训，实际上就是在挖陷阱。”盐家采油管理区党总支书记赵寿元说。

作为最早承接页岩油开发重任的单位之一，盐家管理区自2022年启动建设以来，已投产25口页岩油井，占东辛采油厂页岩油井总数的大部分。开发伊始，没有现成经验可借鉴，加之页岩油具有高气油比、高含蜡、高凝固点的特性，与常规原油相比差异显著，且冬夏生产表现截然不同，对于长期深耕常规油藏开发的盐家管理区而言，页岩油开发无疑举步维艰。“都说‘摸着石头过河’，我们连石头也没得摸。”赵寿元直言。

管理区边“踩雷”边总结，把教训转化为智慧，用经验筑牢防线。今年4月，管理区决定将3年来的典型异常事件汇编成册，精选的15个案例涵盖管线堵塞、设备冻堵、自控失灵、油嘴刺漏等多种类型。翻开手册，每个事件的发生状态、应急处置过程、直接与间接原因，以及涵盖运行机制、流程规范、人员培训计划的系统改进方案，都以简洁易懂的语言清晰呈现。

“与常规油藏不同，页岩油开发的每个井台、每台设备都不是孤立的，而是牵一发而动全身的系统工程。”东辛采油厂盐家采油管理区安全主任监督袁文熙说。对于长期从事常规油藏开发的员工而言，转型页岩油开发最关键的是思维方式的转变。“参考这本手册，员工遇到类似事件时不再慌乱，能有序处理。”袁文熙表示，通过系统总结具体事件，可以以小见大，从宏观上深化对页岩油开发规律的认识。

经过3年探索与持续总结，盐家管理区已初步建立起一套页岩油开发管理的运行模式和制度规范。“现在我们对页岩油生产运行、工艺特点和季节规律基本摸清了，心里有底了。”赵寿元说。接下来，管理区将继续深化页岩油开发的规范化、标准化、系统化、数字化和绿色化建设，推动管理从“经验型”向“科学型”转变。

这份记录着15起异常事件的手册，将继续作为鲜活教材，提醒每一名页岩油开发工作者：安全生产永远在路上，只有直面问题，才能不断前行。

◆ 胜利油田：智能装备冲在前、新质战斗力护安全

本报11月27日讯，两架50公斤级大载荷无人机如猎鹰般划破长空，在空中精准协同，将泡沫钩管稳稳投送至烈焰翻腾的高架罐罐口；4台消防机器人组成钢铁编队，顶着上千摄氏度高温，以直流强攻方式切割，封堵住烈焰喷涌的井口……

这是11月9日，胜利油田应急救援中心在实训基地开展页岩油井场多场景火灾扑救实战演练的震撼一幕。

指挥中心副经理王文通介绍：“从地面机器人突入火场核心打开生命通道，到空中无人机执行高空侦检，再到关键时刻实施空中点火行动防止有毒气体扩散，智能装备已贯穿侦检、灭火、救生全链条，充分体现了油田‘少人化、无人化、智能化’的应急救援新思路。”

这支肩负能源安全与城市守护双重使命的专业救援队伍，正以“专精特新”为引领，在智能装备、专业体系、数智指挥的深度融合中，锻造“大安全、大应急”下的应急救援“胜利尖兵”。

事实上，作为胜利油田专业化应急救援队伍，该中心的装备革新早已突破“传统消防”边界。空客H-135直升机最高空速达281英里，可快速飞抵油田基地核心管控辖区，紧急情况下更能直接变身为“空中ICU”。而灭火侦察机器人面对有毒、易燃、易爆的“死亡区域”，能在1公里外精准侦察现场情况，还可果断展开冷却、灭火作业。

“我们立足集控化指挥、高效化攻坚需求，推动装备建设由数量规模型向质量效能型转变。自主研发的新型消防车吸液装置、便携式泡沫钩管、远程供水系统等创新装备，进一步提升了初战效能。”中心副经理刘超介绍。

专业救援体系的构建，让新质战斗力有了更精准的作战方向。针对油气生产、石油炼化行业新工艺衍生的各类新型风险，该中心重点推进大型储罐、炼化装置、硫化氢井喷、地震灾害、新能源汽车等12支专业队培育，构建起“常规力量险点前置、机动力量集中备战、特种力量因灾而动”的力量部署格局。

在“使命召唤·齐鲁砺剑2025”地震灾害救援跨区域实战演练中，这支队伍是唯一的企业专业救援队。41名队员携带130余件器材，72小时内徒步穿越复杂障碍区，完成狭小空间破拆、木质支护等5个高难度科目。他们不仅创造了17分钟打通生命通道的纪录，更实现了15米废墟下顶升作业误差控制在2毫米内、热成像仪10秒锁定被困者的精准救援，赢得“企业队伍展现国家队水准”的高度评价。

数智化赋能让新质战斗力如虎添翼，高效指挥体系成为应急救援的“神经中枢”。在中心新建成的数智指挥中心，大屏幕上实时跳动着重要区域及要害部位的数据信息，安全数据、救援资源分布动态更新。这套贯通前后方的指挥体系，确保了在复杂灾情中

决策精准、执行高效。

在胜利油田石化总厂大检修监护、东营原油库迁建护航、中海油东营港储备库项目消防服务等重大任务中，这支应急队伍发挥了重要作用，充分检验了管理成效。从东营坤德停车场油罐车火灾处置，到大型化工企业裂解装置救援，他们在数十起重特大警情处置中冲锋在前、实战攻坚，次次都圆满完成任务。

如今，应急救援中心正围绕“30分钟应急救援圈”持续发力。接处警“一短三快”、属地指挥能力提升、区域力量联调联战，每一项行动都直指“更快、更准、更有效”的核心要求。

无人机盘旋警戒、机器人冲锋陷阵、数智平台精准调度，胜利油田应急救援中心的新质战斗力，不仅守着油田的“能源饭碗”，更成为油城市民心中最可靠的安全屏障。他们用一次次实战证明：这支队伍，拉得出、冲得上、打得赢！

◆ 西北油田：消防宣传月、安全送万家

本报11月27日讯，11月9日11时，“呜——呜——”尖锐的消防警报响彻新疆库车市塔里木镇草湖一村村委会上空。不到1分钟，3辆红色消防车呼啸而至，身着橙色战斗服的消防员“砰”地推开车门，拎水带、扛装备冲向模拟起火点，油地联动的“119”消防宣传月活动正式启幕。

此次活动由西北油田治安消防中心牵头，围绕“全民消防、生命至上——安全用火用电”主题，现场设知识咨询、装备展示、实操体验等5大板块，全方位普及消防知识。

在塔里木镇集市，消防员联合镇政府、森林消防人员走进商铺，叮嘱“关电关火关气”“易燃物远离火源”；在采油厂站、轮台县牙买提社区等咨询区，宣传员结合油田特性，解读油气泄漏处置与家庭防火要点，居民互动声不断，宛如安全“集市”。

消防器材讲解环节，消防员演示灭火器“提、拔、握、压”要领，展示油田专用空气呼吸器、重型防化服。实操区里，居民与油田员工分组竞技水带铺设，用干粉灭火器扑灭油盆火。“学会自救既是对家庭负责，也是对社会负责。”轮台县牙买提社区主任冉江园感慨。

此次活动以油地联动为纽带，通过“视频学习+装备展示+实操体验+实战演练”形式，覆盖1600余人次，发放资料1900余份，有效提升油地群众应急能力，为西北油田今冬明春安全生产筑牢坚实防线。

◆ 河南油田：用“安全诗”念好“安全经”

本报11月25日讯，“高处作业风险高，安全规程要记牢。安全帽带要系紧，保险绳索不可少……”11月3日，河南油田采油一厂下二门集输巡检班员工吴波向同事展示自己创作的《高处作业安全歌》。诗歌里面面俱到的安全细节，赢得了现场同事的热烈掌声。

“日常工作中，我们会遇到起重、高处、受限空间等直接作业，涉及的安全措施多

且杂，很容易混淆。把这些安全措施编成顺口溜或打油诗，既好记又快捷，还能帮大家加深印象。”该班班长刘朝晖介绍了员工创作安全诗歌的由来。

不久前，爱读书的刘朝晖无意中看到一首打油诗，其幽默的语言、形象的比喻让他印象深刻。班里85%的员工年龄在50岁左右，背诵枯燥的安全条例一直是他们的难题。“如果把生硬的安全条例用这种通俗有趣的语言表达出来，肯定能提升安全管理效果。”结合班组员工现状，刘朝晖萌生了组织大家创作安全诗歌的想法。起初他还担心员工接受度不高，没想到在班前会上一提议，就点燃了大家的创作热情，班组里很快掀起了自发创作安全诗歌的热潮。

自6月以来，该班员工已累计创作8首安全主题诗歌。“清池清罐藏风险，首推气体要置换。毒气酣睡在油泥，搅拌必将惊虎眠。轴流风机彻夜转，清风徐来有洞天。”“起重作业责任重，操作规程心中诵。吊具吊索先查验，破损报废切勿用。信号指挥专人定，旗语哨音要畅通。”这些诗歌成了员工们的学习“法宝”，散步时、用餐时，大家都会不自觉地念上两句。

“我以前最怕背安全条例，高处、起重这些直接作业，安全措施少则十几条、多则二十几条，就算勉强记住，不出三天也会忘。现在有了这些朗朗上口的安全诗歌，再也不用为背诵条例发愁了。”52岁的员工卓松峰感慨道。

“更换脱硫剂属于高处作业，相关安全条例不少。今天我一边念着大家编的安全诗歌，一边琢磨流程、上手操作，整个过程有条不紊，安全措施落实得特别到位。”员工李清照分享自己的使用心得。

“我3岁的小孙子总缠着我教他背儿歌，我会的都背遍了。后来我把这些安全诗歌背给他听，没想到他居然有样学样地跟着背。安全教育从娃娃抓起，这倒是个意外收获！”工程院驻站技术员师仰林爆出的这个“冷料”，引得大家哈哈大笑。

自从安全诗歌在班组推广以来，员工的安全意识显著增强，自我管理的良好氛围逐渐形成。今年三季度，该班致命违章和严重违章现象实现零发生，一般违章发生率下降96%，创新安全教育形式切实为生产安全筑牢了防线。

◆ 河南油田：实战淬炼硬功、守护一方平安

本报11月27日讯，“小张，空气呼吸器肩带没扣紧！演练就是实战，一点马虎都可能酿成大错！”11月4日，河南油田应急救援中心联合采油一厂在安棚集输巡检班安棚站开展消防演练。双江消防救援大队队长牛青山的严肃叮嘱，让现场气氛骤然紧绷。随着天然气压缩机出口管线泄漏模拟场景启动，一场实战化应急处置迅速展开，全面检验着这支队伍守护油田安全的硬核实力。

多年来，河南油田应急救援中心以实战需求为导向，从队伍锤炼、装备管理、预案完善等维度精准发力，持续提升应急救援专业化、规范化、现代化水平，全力保障油田生产安全。

队伍建设是应急能力的核心根基。该中心构建“基础训练+专项演练+综合实战”三级训练体系，大幅提高实战科目占比，今年以来累计开展应急救援训练项目277个，参训人员达15125人次。他们建立“送出去、请进来”的培养模式，选派骨干赴国家危险化学品应急救援（实训）濮阳基地参训，同时邀请行业专家开展专项培训，成功培育38名消防骨干。此外，该中心以“四不两直”方式累计开展基层拉动演练56场次，覆盖多场景实战科目。今年已接处26起社会救援事件，救援及灭火成功率均达100%。

装备是应急救援的“生命线”，规范管理是战斗力的重要保障。该中心建立装备全生命周期管理体系，推行“一车一档”精细化管理和“定人、定车、定责”岗位责任制，通过“日巡检、周保养、月评估”实现装备维护闭环管理，按期完成129具空气呼吸器的校准、41块车载压力表的校验工作，对29台（套）侦检类仪器开展周期性检测，针对汛期、高温等特殊时段组织4次防洪防汛装备专项排查，储备17类326件应急物资，确保装备“零故障、零隐患”投入实战。

完善的预案体系是应急处置的“指挥棒”。该中心坚持“预防为主、防消结合”原则，围绕油田36处要害部位，按“一点一案、一事一案、一罐一案”要求，完成69项消防专项应急预案修订，编制85份管道占压消防应急处置卡，细化5个关键岗位在7类场景下的处置措施，通过系统化培训与实战化演练，推动预案从“纸面”走向“实战”，确保突发情况处置有章可循、高效有序。

在筑牢油田安全防线的同时，该中心积极践行央企社会责任。今年举办4次“消防开放日”活动，组织骨干为油田教育中心3所中学1675名新生开展军训，走进6所学校开展消防知识讲座，惠及师生5000余人次，将安全守护延伸至更广阔的领域。

◆ 金陵石化：消防保卫支队带着萌娃零距离体验消防生活

本报11月27日讯，近日，金陵石化消防保卫支队的消防员们带着专业装备，走进南京栖霞樱花艺术幼儿园，为孩子们带来了一场生动有趣的消防安全知识展示活动，让萌娃们“零距离”感受消防、体验消防。

活动开始，消防员首先向孩子们展示了战斗服着装和空气呼吸器穿戴。看着消防员迅速且熟练地穿上厚重的战斗服和装备，孩子们瞪大了好奇的眼睛，不时发出阵阵惊叹。消防员还现场讲解了这些装备在灭火救援中的重要作用。

紧接着，是紧张刺激的两盘水带连接表演。消防员熟练甩开水带、连接接口、奔向前方，动作一气呵成，展示了消防员们过硬的技能，赢得了全园师生的热烈掌声。

随后，活动进入了轻松活泼的知识问答环节。消防保卫支队分队长王俊针采用提问和讲解相结合的方式，用浅显易懂的语言向孩子们讲解了“发生火灾怎么办”“如何正确拨打119火警电话”等基本消防安全知识。孩子们踊跃回答，在欢声笑语中学到了安全知识。

◆ 河北沧州：石油开展企地联合消防演练

本报11月27日讯，11月12日，河北沧州石油联合沧州市消防支队，在北油库开展油

罐起火事故企地联合消防演练。

演练模拟北油库3号柴油罐发生油品泄漏并引发火灾。油库工作人员发现火情后，第一时间上报，油库立即启动应急预案，组织人员开展初期火灾扑救，安排专人做好现场警戒，同时拨打“119”报警电话，向沧州市消防支队求援。

沧州市消防支队接警后，迅速调派消防车、无人机、供水车赶赴现场，同步调动特勤消防站的高喷单元与机器人灭火设备投入处置，并第一时间向沧州市政府及应急管理局汇报。市政府随即牵头成立应急指挥小组，派遣专家组赴现场指导扑救。30分钟后，在企地多方联合作战下，火势被成功扑灭，灾情得到控制，演练圆满完成。

演练结束后，沧州石油与沧州市消防支队人员共同复盘，总结经验的同时精准指出不足之处。此次演练不仅提升了企地双方的应急处置能力，更加强了联合作战的默契，为保障油库安全筑牢坚实防线。

◆ 莆田石油：开展企地联合水源地突发环境事件应急演练

本报11月25日讯，11月14日，福建莆田石油与地方政府联合，在常太加能站成功开展油品泄漏突发环境事件应急处置演练。

演练模拟油罐车卸油作业期间软管破裂引发油品泄漏。该加能站紧邻东圳水库饮用水源地，险情直接威胁水源安全。险情发生后，加能站现场指挥立即启动应急预案，当班员工与油罐车驾乘人员迅速停止作业、关闭紧急切断阀，同步用消防沙围堵吸附泄漏油品，并高效疏散站内车辆及人员，初期处置规范专业。

险情上报后，企地应急指挥体系快速响应，各应急小组及协作单位火速驰援。在联合指挥部统一调度下，泄漏源迅速得到控制，事故油罐车安全转移，泄漏油品及吸附物全部回收并规范处置。经环境监测，险情彻底消除，且未对周边环境造成影响，演练圆满落幕。

此次演练精准检验了企地联动应急处置能力，进一步夯实了水源地环境安全保障基础，彰显了中国石化守护生态安全的责任担当。


◆ 运城石油：联合消防支队开展加能站消防演练

本报11月27日讯，11月12日，山西运城石油联合运城盐湖高新区消防支队，在南村等3座加能站依次开展联合消防演练。此次演练以加能站初期火情为模拟场景，旨在提升站点应急处置能力，深化企业与消防部门的联动协作。

警报响起后，各加能站迅速启动应急预案。员工按职责分工，规范开展初期火灾扑救、人员疏散引导及现场警戒管控，动作连贯有序；消防队员抵达现场后，快速接管火情处置工作，与加能站员工紧密配合，相继实施专业灭火、设备冷却降温及现场风险排查。整个演练过程指挥有力、环节衔接顺畅，充分展现了企消双方的协同作战能力。

演练结束后，消防支队对此次演练情况进行专业点评，既指出处置过程中的不足，

也针对性提出改进建议。同时，消防队员还围绕灭火器操作、消防毯使用规范及日常防火注意事项，为加能站员工开展再培训进一步夯实安全技能基础。

此次逐站开展的联合演练，不仅检验了各加能站应急预案的可行性与实操性，更建立起企业与消防部门的顺畅沟通机制，为地区成品油零售环节的安全生产筑牢了消防安全“防火墙”。

◆ 十建公司：应急演练从“流程合规”

向“实战达标”转型

本报11月25日讯，“乙苯回收塔28米平台1名作业人员坠落，脚手架平台起火，伴随管道法兰泄漏。”11月11日，在十建公司承建的浙江荣盛新材料项目27/60万吨/年PO/SM（环氧丙烷/苯乙烯）装置施工现场，安全员赵君伟手持对讲机紧急上报，一场“无剧本”安全应急演练骤然启动。

接到指令后，该公司项目部安全经理李秋潭立即启动二级应急响应，救援程序衔接流畅、处置果断，仅18分钟便完成伤员转运、火情扑灭和泄漏封堵等全流程实战化处置。

今年以来，十建公司实施安全应急演练从单一化到全景化、从线性化到全周期化、从流程合规到能力化评估的转型策略，推动应急演练向实战化深度转型，切实保障工程建设安全防线守得稳、筑得牢。

一、全景化演练，破解“单一险情”困局

“以往应急演练多针对高空坠落、火灾等单一场景，现在要同时应对‘主灾害+次生灾害+衍生风险’，更贴近施工实际。”李秋潭在演练复盘时介绍。PO/SM装置乙苯回收塔施工涉及高空作业、动火作业、管道安装等多个高风险环节，传统单一化的应急演练难以覆盖复杂工况下的连锁风险。

针对这一痛点，该公司项目部创新设计全景化演练场景，以乙苯回收塔施工全流程为蓝本，构建“高空坠落+火灾蔓延+有毒介质泄漏+触电风险”的复合险情链。

“立即调整消防水枪角度，重点冷却法兰泄漏点，防止回火。”李秋潭在现场指挥时发现泄漏介质已形成蒸汽云，当即动态调整处置方案。赵君伟携带便携式有毒气体检测仪，实时监测现场浓度，为救援路线规划提供数据支撑。“以前演练按流程走就行，现在得时刻保持高度警惕，持续判断风险变化。”参与演练的铆工班班长朱世重感慨道。

项目部还将施工机械协同、交叉作业避让等细节融入演练。施工经理周子强在演练中同步协调塔吊暂停作业、物料转运车辆绕行，避免救援与施工发生冲突。“PO/SM装置施工作业面狭窄、工序交叉多，任何一个环节脱节都可能扩大险情，全景化演练就是要打通各专业协同壁垒。”该公司项目部经理王振飞说。

二、全周期闭环，告别“演练即终”现象

“本次演练模拟1人轻伤、2人轻微伤，主要原因是脚手架验收不到位、应急物资配置不足。”在10月下旬的一次演练结束后2小时，项目部召开复盘会，李秋潭通报演练评估结果。

该公司项目部建立“处置—复盘—修订—提升”全周期应急演练管理机制，让演练真正发挥实效。处置环节推行“动态任务调整”模式，演练前仅明确核心险情，具体处置路径由现场人员根据实际情况自主决策。在前不久的演练中，原定救援路线因烟雾遮挡无法通行，安全员当即协调开辟备用通道，同时联系医疗救援组提前在安全区域待命，避免伤员转运延误。

复盘环节采用“人人找碴儿”模式，参与人员逐一发言指出问题。“泄漏点封堵时，堵漏工具与法兰规格不匹配，延误5分钟处置时间；应急频道混乱，出现指令重复下达情况；医疗组对有毒介质中毒急救流程不熟练。”大家直击问题，毫不避讳。针对这些问题，项目部建立整改台账，明确责任人和完成时限。

“应急演练总结不能只谈成绩，要把教训转化为改进措施。”王振飞要求各应急小组每周开展案例研讨，将暴露的问题转化为培训课题及整改措施。目前，项目部已修订应急预案36项，补充应急物资12类300余件，优化处置流程15项。

三、能力化评估，锚定“实战达标”核心

“流程走得再标准，处置效果不好也没用。”在应急演练评估现场，李秋潭手持评估表，逐项考核参建员工的实战能力。据悉，项目部建立了12项实战能力指标体系，涵盖险情识别速度、处置方案合理性、跨岗位协同效率等考核内容。

在管道安装施工阶段的演练中，项目部刻意设置“隐藏险情”，在泄漏点附近预留松动螺栓，模拟管道二次破裂风险。演练中，安全员在封堵泄漏点时发现螺栓松动迹象，立即叫停作业，组织人员加固管道，成功避免“二次灾害”。“这个细节未在预案中提及，完全考验现场人员的风险预判能力。”李秋潭介绍，此类突击考核已成为演练常态。

为提升评估精准性，项目部引入“第三方评估+现场实操考核”模式，邀请业主、监理及地方应急管理部门组成评估组，通过全程视频回放、现场提问、实操演示等方式，全面检验参建员工的应急水平。

“应急能力不是练出来的，是靠贴近实战‘打’出来的。”王振飞表示，项目部将继续聚焦施工作业风险管控，持续深化“全景化、全周期、能力化”应急演练模式，通过“以演促练、以练促战”，不断锤炼参建员工的应急处置硬本领。

今年前10个月，该项目部已开展各专业安全应急演练20场，参与人员1200多人次，应急响应平均时间较去年缩短30%，风险隐患处置准确率提升至95%以上，为高质量工程建设筑牢了坚实安全防线。

◆ 华北石油工程：构建海外项目全链条安全防护体系纪实

来源：中国化工报

跨国巡查织密工程项目“安全网”

2025年11月24日报道，自2023年11月以来，针对海外石油工程项目“点多、线长、管控难度大”的安全工作难点，中国石化华北石油工程创新性地启动境外安全巡查工作。2025年，巡查组在上年工作的基础上，立足中东、非洲重点工区，加强安全闭环治理，突出重点节点管控，抓实现场动态巡查总结等措施，为公司35支海外基层队伍构建起“查隐患、堵漏洞、固根基”的全链条安全防护体系。

通过努力，2025年公司所有海外队伍均实现全年安全生产“零上报事故”，其中科威特SP-158钻井队更创下连续15年安全生产无事故的佳绩，成为中国石化海外项目保持连续安全生产时间最长的队伍之一。

一、溯源治理：从“反复治”到“治反复”

据统计，在公司2024年海外安全巡查中累计排查出各类问题489项，其中用电安全、消防安全等18类隐患呈现“易整改、难巩固、易反弹”的特点，成为制约海外安全管理提升的顽疾。

针对高频重复安全隐患，公司以典型问题为突破口，落实运用“五个回归”的方法，深挖管理根源，构建起“查-改-防”全链条闭环管理体系。所谓“五个回归”，即围绕隐患深挖管理漏洞，从“谁来做、怎么做、会不会做、能不能做、做得如何”五个方面切入，通过“查标准、追管理、找责任人、核执行、验培训”逐层递进，将现场显性问题转化为安全管理改进方向，精准揪出安全管理的薄弱环节。

二、节点把控：为新项目安全“精准护航”

对于海外新项目而言，时间就是效益，安全则是效益的前提。巡查组跳出老路子，变“事后查”为“事前盯”。他们以节点把控为核心，推行“短平快+回头望”工作模式，对重大变更、高风险作业环节实施驻场监督，确保巡查人员全程在岗、实时处置。对新启动项目提前介入开展“一对一”帮扶，把安全管控嵌入设备搬迁、耐力测试等每一个关键流程。

“新队伍最怕‘起步错’，我们提前介入，就是要让安全成为‘第一习惯’。”华北石油工程国际市场首席专家李伟说。截至目前，公司所有新启动海外队伍均实现“零安全事故”开局，为海外市场拓展筑牢了“初期防线”。

三、动态赋能：打通基层安全“最后一公里”

安全管理的核心是人，难点在基层。巡查组在伊拉克项目巡查中发现，基层队伍办理“特殊作业票”时存在流程不清、JSA分析不全面的问题，部分骨干对非常规作业管控标准掌握不足。

“问题在哪，培训课堂就开到哪！”巡查组立即收集国际标准、典型案例、操作视频等资料，利用业余时间编制通俗易懂的《境外现场特殊作业票证办理讲解》课件。同时在伊拉克项目施工现场组织跨伊拉克、沙特、科威特等项目部的安全总监及相关负责人共70人，参加现场及线上培训与讨论，通过“案例拆解+互动答疑”形式，明确票证填写规范、风险分析要点。

培训效果立竿见影，各项目特殊作业票办理合格率从78%提升至100%。伊拉克项目安全部经理赵新克称赞：“这不仅解决了现场难题，更打通了跨项目安全交流的桥梁。”



■ 物资装备

◆ 中国石化——石化机械牵头制定石油机械劳动定额行业标准

本报11月26日讯，近日，由石化机械主持编写的《石油机械劳动定额》（SY/T 5179—2025）获国家能源局批准发布。该标准涵盖车、钳、铆、焊、铣等19个工序2000余项定额，为石油机械行业推进精益生产与人力资源管理提供了重要依据。

石化机械作为油气及新能源装备制造骨干企业，此前已参与近40项行业及团体技术或产品标准的制修订工作。此次编写《石油机械劳动定额》，是该公司首次承担行业管理技术类标准的编制任务。

为保障标准科学实用，石化机械联合宝石机械、渤海装备等企业，系统调研行业主流生产工艺与设备更新情况，结合未来发展趋势，对19个机加工工序的劳动时间进行了系统规范。编制过程中，该公司还创新引入信息化手段，首次开发配套软件管理平台，实现标准程序化，提升了使用便捷性、精准性与权威性。

近年来，该公司大力推进“精益+数智”转型，强化工时定额等基础管理，以先进标准引领高质量发展。（张延敏）

◆ 石化机械在阿尔及利亚开展专项技术培训

来源：中国石化报

● 罗伟 吴州

11月20日讯，近日，石化机械携手国工阿尔及利亚子公司，在阿尔及利亚哈西梅萨乌德核心油气生产区举办专项技术培训。此次培训是石化机械践行“产品出口+技术出海”双轮驱动战略的重要举措，旨在深化中国石化与阿尔及利亚国家石油公司的互信合作，提升本地化技术服务水平，夯实能源合作技术支撑体系。

本次培训采用“现场授课+线上远程交流+视频演示”多元化模式，内容包括高效钻头钻具、井下提速工具及钻采装备等核心产品的技术原理、应用场景及实例分析。授课讲师与参训学员结合油区钻井问题进行了专题讨论，针对性地解决现场技术及服务难题，为客户提供有效的钻井解决方案。

阿尔及利亚国家石油公司人力资源部负责人米洛德·达杜表示：“培训内容紧贴生产实际，既介绍了先进的钻井技术，又培养了本土化技术服务力量，为我们深化合作奠定了坚实基础。”参训学员拉格拉·拉塞尔反馈，通过现场交流讨论与案例剖析，对石化机械钻井工具的适用性与技术优势有了更深入的了解，技术应用能力显著提升。

此次培训以技术赋能为纽带，进一步巩固了石化机械、国工公司与阿尔及利亚国家石油公司的战略合作伙伴关系，为深化中阿能源合作、提升中国石化高端装备在北非油气市场的品牌竞争力注入新动能。

◆ 中国石油——渤海装备海外订单签约额同比增长214.8%

中国石油网11月27日消息，（特约记者 刘梅 通讯员 辛亮）记者从渤海装备公司获悉，截至11月24日，该公司海外订单签约额同比增长214.8%，国际市场开拓呈现强劲势头。

今年以来，渤海装备持续优化海外市场布局，重点推进潜油电泵“千泵工程”、输送和钻采装备规模、石化装备国际供应链服务商建设等重大国际开发项目。在中亚市场，首次获得井口合同；在西亚市场，签订电泵租赁订单；在南美市场，拿下电泵机组与抽油机项目。抗酸钢管中标中东管道项目，热煨弯管成功打开东南亚市场。在资质认证方面，公司积极推进钻杆、电泵等产品在中东、北非等高端市场的国际准入。抗酸直缝钢管、弯管及潜油电泵通过中东石油公司认证，直缝钢管获得东南亚国家石油公司认证。滑阀、闸阀、止回阀、球阀等炼化装备取得SIL、PED证书，持续拓展新市场版图。

为保障订单顺利交付，公司加强供应链管理与生产组织，确保产品及时发运，已完成中非新市场钻头产品发货，10批次弯管及管件持续供应中东，油管涂层产品稳定出口北非和西亚，首批镀合金防腐抽油杆和定制抽油机运抵西亚和南美市场，有力支撑了海外项目运营。

◆ 北石公司：智能液压抽油机成功应用

中国石油网11月19日消息，（记者 梁伟 通讯员 张弘蕾）11月17日记者获悉，北京石油机械有限公司（简称北石公司）最新自主研发的新型智能液压抽油机在吉林油田投用以来，通过精准智能调控实现了泵效显著提升，获得甲方高度认可，为后续在该地区规模化应用奠定了坚实基础。

北石智能液压抽油机以“液压直驱替代机械传动”为核心，通过长效密封、结构精简与智能调控技术的有机融合，创新研发了多项先进技术，为油田提供“本质安全、高效调控、智慧运维”的一体化解决方案。与传统游梁式抽油机相比，该产品在安全环保、运维保养、智能操控等方面得到显著提升。其中，液压缸应用独创的复合密封技术，结合耐磨、耐腐蚀、耐高低温的新型密封材料，实现油缸密封、导向带材料及密封结构等关键核心技术的突破，极大提升了油缸的密封性能和使用寿命；采用多项智能操控技术，依托高精度位移与压力传感器，可实现自动无级调整冲程冲次，自动识别卡井并解卡，做到无人值守。

目前，该产品已在长庆、吉林、辽河、延长等多个油田应用，最长无故障运行达1442天。

◆ 工程材料研究院：用先进材料锻造产业升级“硬实力”

11月28日消息，11月中旬，工程材料研究院油气钻采输送装备全国重点实验室的科研人员，使用等离子体增强化学气相沉积系统，完成了超厚超耐磨纳米金刚石涂层材料制备，标志着中国石油高性能硬质涂层材料研发取得新进展。

新材料是培育发展新质生产力、推进高质量发展的重要支柱。“十四五”期间，工程材料研究院面向国家战略需求，加大自主创新力度，取得了LDPE/EVA超高压材料、高韧钛合金钻杆、柔性复合管等一批原创成果，解决了油气与新能源工程材料领域一系列重大、共性和关键技术问题，为中国石油传统产业升级、新兴产业落地、未来产业布局提供了坚实的技术支撑。

一、推进科技创新、突破“卡脖子”技术

油气与新能源先进材料的自主化，不仅关乎国家能源安全，更是支撑“制造强国”崛起与“双碳”战略落地的关键基石。工程材料研究院优化资源配置，构建起高效且独具特色的创新体系。

“十四五”期间，工程材料研究院依托油气钻采输送装备全国重点实验室，强化基础研究和超前技术储备，打造了原始创新能力强、成果转化效率高的科技创新平台；通过国家质检中心、国家市场监管重点实验室和标准化机构，建立了权威公正、具有国际影响力的质量标准平台；以4个子公司为主体，加速成果孵化与转化，实现了规模效益。

5年来，凭借深厚积累，工程材料研究院累计承担了39项国家重大科研项目，原创性成果大幅增加。其中，突破美国API套管强度设计方法限制，研发的热采井、页岩气井套管柱应变设计与套变控制技术，实现全球领先；在国内率先建立基于应变海洋管道设计方法，形成了高应变海洋管线管制造能力及配套技术；研发的石油管材与装备失效影像识别技术，为石油装备失效智能诊断提供了技术支撑。

二、赋能产业升级、筑基高端装备制造

“一代材料，一代装备。油气新材料虽然技术门槛高、研发周期长，但是产品

附加值高，是推动石油装备制造业高质量发展的重要力量。”工程材料研究院科研部主任林凯说。

“十四五”期间，这个研究院以科技创新赋能产业升级，油气高端装备核心技术攻关取得重要突破。联合渤海装备研发的V150钢级钻杆成为深地塔科1井、深地川科1井钻探利器；在国内率先设计开发的105ksi、120ksi高强高韧钛合金钻杆，新型高气密特殊螺纹接头，页岩气井用125ksi高频焊热轧套管，水下采油树用600兆帕级高强韧材料等，性能均达到国际先进水平；研究形成输氢/掺氢管道适用性评价技术，完成全球首次非金属管道高压纯氢输送与爆破试验；研制的钙钛矿叠层电池转换效率突破32%，刷新2项世界纪录；自主研发的中国石油首台商业级钒液流高效储能电堆，在青海油田示范应用。

科研团队的前沿材料研究也取得长足进步，研发的炼化LDPE/EVA装置管式反应器用超高压材料，性能全面超越同类进口产品；国内首创的低摩擦超耐磨纳米金刚石涂层材料，应用于兰州石化乙烷制乙烯振动筛构件，成功将振动筛使用寿命提升3倍以上；自主开发的双金属油管、钻杆、集输管及配套管件、聚苯硫醚、柔性复合管等6种新产品、新材料，相继实现工程化应用。

三、坚持双轮驱动、集聚发展内生动力

“十四五”期间，通过“人才强企”与“科改示范”双轮驱动，工程材料研究院实现了创新效能与经济效益双提升。

为优化科技人才发展生态，这个研究院硬性规定重大课题组中青年人才占比不低于40%，同时设立院级专项、中青年拔尖人才计划和青年创新基金，鼓励青年科技人才进行探索性研究，并在奖励申报、职称评审、岗位选聘和经费使用上给予全方位保障。

5年来，工程材料研究院新增享受国务院政府特殊津贴专家4人，入选陕西省杰出青年等各类人才计划24人，获“孙越崎”青年奖4人，入选中国科协人才托举工程4人，为实现高水平科技自立自强奠定了坚实的人才基础。

作为“科改示范企业”，工程材料研究院深化综合改革，创新活力与资源效能显著提升。“十四五”期间，研发投入、成果转化和全员劳动生产率，年均分别增长31%、29%和12%；累计牵头发布国际标准7项，国家和行业标准55项；申请发明专利1250件；发表SCI/EI论文280篇；获得省部级以上科技奖励37项；连续3年在国资委“科改”企业考核中获评“标杆”。

从超高压材料国产化到万米深井装备攻关，从碳纤维油管突破到钙钛矿电池效率登顶，工程材料研究院将继续以“破壁”之志攻坚克难，为实现油气与新能源材料强国梦注入澎湃力量。