

应用录井技术 湖相页岩勘探前景良好

科普时报讯（袁滨 韩伟）中国石化日前宣布，部署在重庆的重点预探井泰页1井，在湖相页岩新层系喜获页岩气日产7.5万立方米、页岩油9.8立方米。这是四川盆地第一口在该层系获页岩油气流的探井，证实湖相页岩具有良好的勘探前景。

该井录井技术服务由中石化胜利地质录井公司SL202队提供，一举创造了涪陵工区“陆相探井录井最深、岩心录井最长、优质页岩钻遇率最高和水平段录井进尺最长”等4项录井施工纪录。

泰页1井位于涪陵地区北部丰都县仁沙镇，目的层为侏罗系凉高山组，先后实施了导眼井和侧钻水平井施工，于2020年5月31日开

钻，10月25日完成全部录井施工任务。

作为工区首口湖相页岩油气预探井，仅有的两口邻井距该井均超过20公里，可参考性差；邻井在目的层凉高山组顶部均存在数百万桶液的严重漏失，威胁钻井安全；南方工区尚未建立页岩油气显示现场统一判别标准，这给录井技术服务带来诸多挑战。

在导眼井施工中，卡准凉高山组灰色泥岩地层，实施全组段钻井取心，是录井工作的重中之重。然而，由于目的层的上部沙溪组地层发生井漏而加入堵漏剂，使得岩屑样品中堵漏剂含量高达98%，严重影响岩性识别。此外，上部泥岩为绿灰色，与凉高山组灰色泥岩不易

区分，也给层位卡取带来新难题。

地质录井主任师李忠兴运用“双目镜+显微镜”的“双镜”措施，于井深2395米对数量不多的岩屑逐颗排查，找出仅有的3颗可疑灰色泥岩，颜色由绿灰色变为灰色。磨制成薄片后，在显微镜下发现了代表目的层优质泥页岩特征，判定地层发生变化，确定钻达凉高山组灰色泥岩取心层位。

实施钻井取心后，SL202队经过30天连续奋战，录取了14筒次、224.47米岩心，创工区岩心录井最长纪录。

侧钻后，为准确卡取钻入优质储层的A靶点，地质工程师刘科面对钻井进尺快、湖相地层变化大等困难，与已完工的导眼井目的层并

深和岩性特征进行对比，成功预测靶点井深在2820米左右，最终引导钻头于2819米，以85.2度的合理角度平稳钻入水平段目的层。

在水平段施工中，为始终保持钻头沿目的层穿行，刘科将录取的导眼井中8米厚目的层资料细分为0.5米间隔进行逐层对比，又系统绘制了每包岩屑中泥岩的百分含量曲线，在高质量完成1502米工区最长水平段录井进尺的同时，助力目的层钻遇率实现100%。

针对邻井井漏频发，SL202队运用ZH-2综合录井仪及准确进行各类工程异常报告6次，为井控安全保驾护航，探索将湖相页岩油气显示现场划分为油气层、气层、含油气层等6个类别。



1月12日，吉林石化高密度聚乙烯装置减速机转子更换作业顺利完成，确保了生产设备完好运行。吉林石化针对装置冬季低温生产运行实际，全面检测重点设备设施安全性。生产部门与设备检修部门密切配合，对存在隐患的设备设施采取维护、检修、拆除等有效措施，确保装置冬季生产周期平稳运行。

图为技术人员正在回装减速机转子。

王英刚 摄

“深海一号”能源站交付投运

科普时报讯（张宗鹭 冯哲）1月14日，中国海洋石油集团有限公司（简称中国海油）对外宣布，由我国自主研发建造的全球首座十万吨级深水半潜式生产储油平台——“深海一号”能源站，在山东烟台交付投运。它的成功交付标志着我国深水油气田开发能力和深水海洋工程装备建造水平取得重大突破，对提升我国海洋资源开发利用具有重要意义。

“深海一号”将于2月抵达海南岛东南海域实施油气生产设施现场安装调试，预计6月具备投产条件。

投产条件。投产后的我国首个1500米深水自营大气田——陵水17-2气田，将依托海上天然气管网大动脉，每年为粤港澳等地供应30亿立方米天然气，可满足大湾区四分之一的民生用气需求。

项目总经理尤学刚说，这是我国海洋石油工业领域走向科技自立自强的一次生动实践。“深海一号”按照“30年不回坞检修”的高质量设计标准建造，设计疲劳寿命达150年，可抵御百年一遇的超强台风；建造阶段实现3项世界级创新，运用13项国内首创技术，攻克

10多项行业难题；多项深水施工技术突破1500米难关，全面掌握了中心管汇等10余种水下关键装备的自主制造技术。

“中国设计”“中国建造”“中国创新”，身披众多标签的“深海一号”同样也是海洋工程建设领域的经典样本。在建造施工和拖航准备关键期，项目团队遭遇新冠肺炎疫情带来的严峻挑战。中国海油坚持防疫、生产两手抓，采取机构组织扁平化、人员定位智能化、安全管理网格化等多项QHSE管理创新和动态、全过程风险管控，在

作业高峰期安全组织超过4000人昼夜奋战，取得了1700万工时无事故的骄人成绩，将项目工期缩短至21个月，刷新国际同等规模项目建造最短用时纪录，创造了“陵水奇迹”。

中国海油党组书记、董事长汪东进表示，在极不平凡的2020年，中国海油圆满完成陵水17-2项目多个关键任务，实现了中国南海深水油气开发新突破。面向未来，中国海油将进一步加大油气勘探开发和科技创新力度，用实际行动诠释保障国家能源安全的责任使命。

油气开发合作 盘活失控储量

科普时报讯（陈泽兵 尹永华）中国石化胜利油田孤东采油厂在油气开发过程中，不断深化与专业化技术单位加强合作，拓展井下作业、注汽技术、钻井、油藏动态监测等单位合作，盘活失控储量，提升单井产能，互利双赢，助力高质量开发。

针对套变停产导致储量失控及多轮次吞吐效果变差的问题，孤东采油厂强化多渠道合作扶助力度，恢复储量动用，提升增油效果。2020年累计实施25井次，恢复失控储量90万吨，实施后单井日增油3吨，截至目前已累增油7230吨。特别是依托井下作业公司修井恢复技术，实现战略合作，2020年交井7口，恢复可采储量44万吨，增

加日油能力22.1吨，平均单井日增油3.2吨，平衡油价26.2美元/桶，5寸半套管连续油管打通道技术在集团层面取得突破。

为提高注汽质量和吞吐效益，孤东采油厂与注汽技术服务中心签订注汽施工优质优价合作协议，实施注汽9口井，平均注汽干度85.5%，已累增油3570吨，周期投入产出比1.286。

2020年初至今，在新滩、红柳油田保护区利用老井侧钻恢复对失控储量动用，引入大明钻井，实现了钻井费用再优化，前后对比平均每米钻井费用降低380元，单井费用降低43万元。

建立长效机制 企业管理变样

科普时报讯（朱锐 宁亮）劳动纪律是建立良好工作秩序、完成工作任务的重要保障。河南油田采油一厂双河采油管理区决定从建立劳动纪律检查长效机制入手，改变员工工作作风，确保2021年上产工作不松懈。

以往，为了督促员工遵守劳动纪律，该管理区常采用领导带领检查，该做法既耗费人力、时间，而没能形成长效机制。

随着信息技术的应用逐渐趋于成熟，该管理区创新采用视频监控检查劳动纪律的方法，狠抓员工工作作风。

为了敦促班站员工按时到岗，该

管理区还对机关夜间值班干部进行视频监督，要求值班干部在晚上7时30分准时到岗，在监控室进行视频截图，并将截图上传至生产群报备。

生产指挥中心主任王伟说，利用视频监控检查劳动纪律，不仅省时省力，还能形成长效管理机制，对改变员工工作作风有很大帮助。

一次、二次、三次采油是怎么回事？

在石油界，通常把仅仅依靠岩石膨胀、边水驱动、重力、天然气膨胀等各种天然能量来采油的方法称为一次采油；把通过注气或注水提高油层压力的采油方法称为二次采油；把通过注入流体或热量来改变原油黏度，或改变原油与地层中的其他介质的界面张力，用物理、化学方法来驱替油层中不连续和难开采原油的方法称为三次采油。

在一次采油阶段，在地层里沉睡了亿万年的石油，可以依靠天然能量摆脱覆盖在它们之上的重重障碍，通过油井流到地面。这种能量正是来源于覆盖在它们之上的岩层，对所处的地层和地层当中的流体所施加的重压。在上覆地层的重压下，油层中的岩石和流体中集聚了大量的弹性能量。当油层通过油井与地面连通后，井口是低压而井底是高压。在这个压差的作用下，上覆地层就像挤海绵一样，将石油从油层挤到油井中，并举升到地面。随着原油及天然气的不断产出，油层岩石及地层中流体的体积逐渐扩展，弹性能量也逐渐释放。总有一天，当弹性能量不足以把流体举升上来时，地层中新的压力平衡慢慢建立起来，流体也不再流动，大量的石油

会被滞留在地下。就像弹簧被压缩一样，开始弹力很强，随着弹簧体积扩展，弹力越来越弱，最终失去弹力。

在二次采油阶段，人们通过向油层中注气或注水来提高油层压力，为地层中的岩石和流体补充弹性能量，使地层中岩石和流体新的压力平衡无法建立，地层流体可以始终流向油井，从而能够采出依靠天然能量不能采出的石油。但是，由于地层的非均质性，注入流体总是沿着阻力最小的途径流向油井，处于阻力相对较大的区域中的石油将不能被驱替出来，即便是被注入流体驱替过的区域，也还有一定数量的石油，由于岩石对石油的吸附作用而无法采出，这就像用清水冲洗不能去除衣物上污染的油渍一样。另外，有的原油在地下就像沥青一样，根本无法在地层这种多孔介质中流动。因此，二次采油方法提高原油采收率的能力是有限的。

在三次采油阶段，人们通过采用各种物理、化学方法改变原油的黏度和对岩石的吸附能力，以增加原油的流动能力，进一步提高原油采收率。三次采油的主要方法有热力采油法、化学驱油法、混相驱油法和微生物驱油法等。



1月8日，“海洋石油943”钻井平台对桩腿进行探伤作业，保障平台结构安全。“海洋石油943”钻井平台正在深圳友联船厂进行五年特检坞修，全体员工奋战在坞修一线，“外委、检修、自修”同时进行，全力提质增效，加速坞修项目进程。本次特检坞修预计工期25天，截至目前“海洋石油943”钻井平台共计完成自修项目50余项。

图为员工在搭建桩腿脚手架，为桩腿探伤作业做准备。 张向升 摄

挖潜改造 产油枯井变气井

科普时报讯（罗丽娟）“真是新年新气象，油井也焕发了青春活力，从‘油’尽灯枯到扬眉吐‘气’实现华丽转身”。1月8日，西北油田采油三厂采油管理二区党支部书记卢宇峰，站在托甫台区块日产天然气4.71万方的TP272H井旁感慨道。

TP272H井本是一口产油井，生产层位是深部奥陶系。2016年5月，经酸压完井投产，初期以自喷生产，日产油67.6吨，12月停喷。2018年

11月上修后，日产油降低至0.8吨、含水95%。2019年，又实施多轮次注水、注气措施，均收效甚微。2019年7月，因供液不足而关井停产。多年开发，能量逐渐枯竭，TP272H井再无潜力可挖，被“束之高阁”一度无人问津。

2020年，在采油三厂“持续攻坚创效”行动中，技术人员拓展创新思路，深化油藏认识，全面挖掘停产、低产油井潜力。在逐一排查

中，沉睡的TP272H井和有着同样历史的TP259HCX井，又被再次叫醒，开始重新审视研判。他们认真查阅大量原始地震资料，发现上覆地层白垩系有良好的天然气储集条件，并断定如果改层产气，应有可挖潜力。但能否将生产层调整至上覆地层的白垩系？大家经过严谨的方案论证，决定实施侧钻、补孔改造措施。这种措施就是在油井特定的地层深度固定一个斜向器，利用

其斜面造斜和导斜作用，用铣锥在套管的侧面开窗，从窗口钻出新井眼，然后下尾管固井，达到让上覆地层奥陶系油井上返白垩系，变产能为产气的目的。

2020年12月14日，在滴水成冰的戈壁滩上，采油管理二区承包商队伍开始先后对两口井实施侧钻、补孔改造措施，10多天后果然行之有效，两口井经上返采气，日产天然气5万多立方米，平稳进入系统贡献产能。



优化作业 成功完钻

□ 张琳琳

1月1日，中原西南钻井公司50692ZY钻井队施工的峰页1井钻至井深2850米顺利完钻。全井取心进尺260.36米，收获率100%，为取全牛蹄塘组富有机质泥页岩发育层段及顶板各参数，提供了坚实的地质基础资料。

峰页1井

位于湖南省湘

西土家族苗族自治州古丈县红石林镇，是勘探分公司部署在雪峰隆起西缘芙蓉向斜构造的第一口重点预探井，主探下寒武统牛蹄塘组下部页岩气层。施工中，该公司一鼓作气，克服了搬迁距离远、井位距离基地远、1号井不可预见性强、取心工作量大等系列难题，在超设计井深100米、超设计取心188.36米的情况下，高效优质地完成了施工任务。

搬安时间“短”

峰页1井距老井东溪1井 660

公里，属于跨省长途搬家。井队提前制定详尽的搬迁工作方案，强化安全监管，强化现场组织，合理调配人员和车辆，仅用7天时间就安全、平稳、快速地完成了施工任务。

取心作业“优”

作为区域第一口重点预探井，峰页1井的取心存在连续取心井段长、取心机械钻速低、扭矩不足、出现堵心等施工难点。钻井队吸取公司前期东页深4井等井的取心施工经验，提前制定取心方案，组织优选取心钻头和工具，采用双筒取心技术，细化操作措施。期间，第10趟出心过程中硫化氢突然达到75ppm，现场反应迅速，立即启动安全应急预案，最终全井取心15趟次，取心收获率100%，安全、高质量取全了各项参数，对研究泥页岩地化特征、物性特征及含气情况提供了参数支持，得到甲方肯定。