精细注水 老区油井增产上台阶

□ 刘 勇 马京林 黄米娜

7月初，西北油田采油三厂在S86单元的TK835CH2井注水，利用地质构造上的连通性启动临近TH10402单元的两口低效井难动用储量取得成功，两口受效井日产量由6吨上升到49吨。

采油三厂管理的托甫台、塔河八区、十区南、十一区历经近二十年开发，稳产难度越来越大。该厂紧紧抓住低成本注水这一稳产利器不放，不断创新完善注水方式，成功实现了缝洞型碳酸盐岩油气田的老区持续稳产。2018年，油田自然递减率降至15%，创历史新低，四个区块全部实现盈利，荣获中石化区块突出贡献奖。

2019年，该厂注水在老区稳产中继续挑大梁。1-6月，日均注水4516方，较去年同期日注水量提高1倍；日均增油805吨，较去年同期多增油2.1万吨。

地质先行 注水方式有的放矢

“地质认识有多深，油藏构造把握有多准，注水方案准确率就有多高。”采油三厂总地质师刘培亮说。

注水工作必须地质先行。该厂针对缝洞型油气藏呈现溶洞、孔洞、裂缝溶洞等多种类型，建立注水分析各类地质模型，应用地震资料、生产静动态数据变化曲线，精细制定落实油井注水方案，该整体注水的整体注水，该单点注水的单点注水，大幅提高了注水有效率。

TH10276井投产后低产低效，面临关井风险。技术人员结合三维地震资料和液面恢复曲线进行深入分析，判断出该井靶点周围三个方向都有发育储集体，但由于通道导流能力差，无法形成连续供给造成油井供液的不足。开发技术人员根据油藏构造特点制定出单点超高压注水方案，并配以小规模酸化措施，实施后，日产油能力由3吨上升到25吨。

相比于TH10276井单点超高压注水，S86单元和临近TH10402单元实施整体注水更有效。根据地质构造分析，技术人员认识到两个单元虽然能量特征差异大，但具有裂缝连通性。根据这一地质特点，技术人员制定出整体注水方案，实施后，TH10402单元产量由6吨上升到49吨。

超前布局 管网完善不挑肥拣瘦

“油田开发初期，上产猛，先吃‘肥肉’成为习惯。油田注水开发后，这种习惯或多或少地影响到注水井网的整体布局。”油藏技术员李成刚说，“刚开始建立注水井网时多侧重于油藏储集体发育好的区块、单元，但后来一些低产低效区块注水时却没有被注水井网覆盖，不得不重新布控，成本上升很快。”

针对这一问题，该厂积极转变注水工作思路，超前运行，布局注水井网从整体切入，不挑肥拣瘦，很多油井的后期注水成本大幅减少。2018年至今，该厂通过整体完善注水井网，新增45条注水管线、3个增压站、5台机组泵，使日注水量由原来的2300方提高到4000余方，注水日增油能力达800余吨。预计2019年全年完成注水135万方，增油26.5万吨。

注水方式的进化不一定非要应用多么复杂先进的方法，有时简洁易行的方法也是解决复杂问题的完美答案。该厂以前新井注水布局，一般是在新井投产很长一段时间后才考虑，这样很多注水管线的铺设要后期重新设计施工。现在，该厂超前布局，新井一投产就纳入整体注水井网范围，后期注水时只要打开阀门按方案实施即可。仅仅这样简单的调整，既降低了注水成本，又大幅提高了注水效率。

量化设计 注水排量大小有据可依

该厂对停产井、低产低效井进行“地毯式”摸排，对停产井TP8CH井实施大规模注水增油，技术人员根据奥陶系一间房组层系的地质特点，应用“三定”技术方法，将周期注水量设定1.7万方，该井注水后从停产井变为中产井，日产油达18吨。

量化设计，精细注水是该厂注水开发效益提升的秘诀。该厂积极引进应用蓝马软件油藏分析技术，对油藏进行建模研究，实现了油藏分析的智能化、可视化。同时，通过地震分频、波阻抗反演、张量“三定”资料进行注水、注气、措施等潜力排查，注水设计，提高了注水有效率。

TP135井经过多轮次注水开发后效果逐渐变差，技术人员运用“三定”资料进行详细分析，进行新一轮次注水替油挖潜，设计注水量4000方，采用反注方式注入，日注水量设计为200方，实施后产能恢复，取得良好效益。

今年以来，采油厂通过持续做大做强做细注水工作，已实现注水增油11.9万吨，较去年同期多增油2万余吨。

自主修复液压钳

□ 高建勋 宋允赫

“这液压钳有个弹簧不回缩，是咋回事儿？”

“液压钳接头处刺漏，应该咋处理？”

7月6日10时，中石油大庆油田试油试采分公司作业大队基层队大院内一处阴凉地儿的“热度”，显然要超过了当天的最高气温。原来，从海拉尔前线归来休假的试油试采分公司作业大队作业三队队长徐小洁，正带领作业305班修井机驾驶员韩呈亮等青年骨干，在现场观摩厂家维修人员维修故障液压钳。

液压钳是油田作业施工上、卸油管的常用工具。为摆脱以往液压钳维修保养单纯依靠厂家维修人员“上门服务”的“窘境”，作业大队作业三队队长徐小洁和班子成员协商后决定：利用厂家维修人员“上门服务”的时机，带几名青年骨干，跟厂家维修人员好好学一学维修保养液压钳的“手艺”，以备不时之需。

“你们看，眼前这个液压钳的后坡板就有问题。”厂家维修人员边说边将故障液压钳熟练地拆卸开来，现场观摩的徐小洁、韩呈亮等人边看边问：“这油路有啥作用？”“这卡点是固定哪儿的？”对此，厂家维修人员一一作了解答。

学以致用，贵在“知行合一”。7月16日，利用生产间歇，徐小洁组织韩呈亮等青年骨干对本队7台破损程度不一的液压钳进行了集中“诊治”。

依据现场“会诊”结果，徐小洁决定：将破损最严重的一台液压钳配件逐一拆解下来，以用于修复另外6台破损程度较轻的液压钳。

功夫不负有心人。经过3天努力，他们不仅成功地修复了6台故障液压钳，而且全部达到了作业施工使用要求。

在此次修复液压钳的过程中，细心的徐小洁发现：造成液压钳产生故障的原因大体有两类：一类是因为配件老化磨损严重，导致液压钳颚板行程不到位；另一类是由于油泥过多导致背钳卡顿，钳牙片打滑、上不紧油管扣。

对此，作业三队采取了两条对策，一是明确要求在日后作业施工中，一定要尽力规避油泥污渍侵蚀颚板；二是通过了解液压钳内部构造，研制“快速拆卸液压钳钳牙”工具。

谈及此次修复破损液压钳的收获，徐小洁说：“这段时间，我们自主修复了两台6D型液压钳、4台3YD型液压钳，为单位节约成本5.6万多元。更重要的是，我们通过前期‘学艺’、后期自主实践，初步掌握了维修保养液压钳的技能，积累了修复故障液压钳的经验。这对于我们在降成本、提效率、保安全、促发展上都是很有好处的。”

简讯速递

测井公司华北分公司旋转取心收获率提高10%

科普时报讯（王家书）7月24日，中国石油测井公司华北分公司自3月份成立旋转取心专测作业队以来，实施旋转取心作业24口，钻取合格岩心385颗，其中在华北油田榆17x、吉林油田德深63等11口井收获率均保持在90%以上，比2018年同期提高10%以上。

旋转取心是一种兼顾钻井取心与爆炸撞击式井壁取心优点的取心技术。具备操作便捷、深度精准、成本低效率高、岩心规则颗粒大等优点，所取岩心能保持原状地层性质，可直接用于岩性、电性、物性、和含油性分析化验，及时求取地层饱和度、孔隙度等参数，为油气勘探开发提供快捷精准服务。但实施该项目作业，受地层岩性、井深井斜、泥浆性能等因素的影响，出现因地层过硬造成钻头断裂、电缆粘卡等问题，严重影响项目的顺利实施和收获率。

该分公司为尽快提升旋转取心施工作业能力，组建成立由6人组成的旋转取心专测作业队，研究攻克现场作业和仪器维修保养难题，以提高仪器完好率、作业成功率和收获率，推进此项项目成为该分公司的特色品牌技术。

河南油田成功研发自动化修井机

科普时报讯（周壮志）7月23日下午，自动化修井机“现身”河南油田双H424井场，现场试机效果良好。这标志着该油田自主研发的自动化修井机获得成功，并具有良好的推广应用前景。

针对井下作业施工劳动强度大、安全风险系数高、生产环境差、生产效率较低的情况，该油田油服中心设备技术人员在第二石油机械厂的协助下，将普通修井机改进成自动化修井机的梦想变成现实。他们利用液压猫道传送油管，用气动卡瓦替代油管吊卡锁紧井内油管，在游动滑车吊环上安装机械臂用于抓取、上提或下放油管、对准公母丝扣，把原来悬挂在空中用于上、卸扣的油管液压钳安装到修井机尾部的滑道上。所有这些新增的设备，均通过液压装置与司钻操作平台相连。每一道工序的实施，只需要轻轻按一下相对应的按钮就可实现。井口根本不需要操作工人。

该项目属于该油田的一个科研项目，从立项、考察、制定方案、研制、配套加工、培训操作人员、整车试机成功，历时6个月时间。自动化修井机投入使用后，将大幅降低人工成本，降低劳动强度，降低安全风险，改善施工环境，实现长时间、可持续施工。

辽河油田推进深层低渗区块规模建产

科普时报讯（雷凤颖 贾东红）7月24日笔者获悉，辽河油田公司龙606块产能建设工程已完成88%，目前投产评价井、开发井44口，日产油124吨，累产油2.342万吨，实现了低渗区块储量有效动用，预计可建成6.8万吨年产油规模。

龙606块是辽河油田今年产能建设的重点区块。该块为深层、中孔、低渗透储层，储层条件较差，开发难度较大。为实现区块高效建产，油田公司采用评价开发一体化方案，按照“边认识、边开发”思路，在优势相对集中、油层厚度大的区域部署各类井60口，分批组织实施。

实施过程中，辽河油田实行钻井、压裂、投产全过程跟踪，地质、压裂、注水等方面详细评价，结合批次实施经验，不断优化射孔层段、压裂工艺和层段组合方式，根据储层变化动态调整开发策略。针对龙606块边部储层变化快、油层变薄的情况，暂缓实施11口井，滚动实施9口井，降低井位实施风险；结合压裂参数对开发效果的实际影响，在后续开发井缩小压裂跨度，提高加砂强度，改善了薄层生产效果。第二批实施的龙57-347井、龙59-345井压裂投产后初期日产油超过30吨，龙56-346井初期日产油27.8吨。

与此同时，设计取芯井开展系统室内研究，积极论证注水开发可行性，优选两个试注井组进行试注试验，为区块高效有序开发增添“后劲”。

中石化复合吞吐工艺挖掘稠油井潜力

科普时报讯（王强）GOGD54X8井是中国石化胜利油田孤东采油管理二区的一口稠油井。经过多轮次吞吐后，该井生产效果变差。近日，管理二区对该井实施复合吞吐措施后见到了良好的增油效果。

孤东采油管理二区技术人员通过方案论证优选，并与工艺所结合后，最终决定对该井实施氮气调剖注汽。采取蒸汽、泡沫剂和氮气分四个段塞注入的方式，注汽前先注入一定量的氮气作为前置排水段塞，最后用剩余注汽量作为顶替段塞。方案实施后，该井累计注汽1800方，使用氮气9万标方，泡沫剂7吨，稳泡剂1.4吨。

施工完成后，该井于6月23日开抽生产。开井第7天就取得了日产液量45.4吨，日产油量6.4吨的好效果。



针对发电机组因经过多年连续运行而显现的诸多威胁安全生产的矛盾和问题，中国石油集团电能有限公司着眼长远、分类梳理、立项攻关，先后成立多个专项课题组，精心挑选课题组成员，明确攻关方向和目标，形成了发挥优势、专项攻关、协同推进的工作机制，成功解决了回粉管堵塞、外排水量大等多项“顽疾”。

图为技术人员在对设备进行专项检查。

郭玉亮 崔利斌 摄

河南油田采油二厂“六个百口井”专项治理见效

科普时报讯（单朝玉）河南油田采油二厂按照地质工程、攻关应用、技术经济“三个一体化”原则，持续开展“六个百口井”专项治理工程，增加高效注水，恢复控制储量，提升效益产量。上半年，该厂实施专项治理152井次，增油7700多吨，增注2.03万立方米，恢复控制储量39.33万吨。

去年，该厂通过实施注水井、水平井、套损井、出砂井、调剖井、关停井“六个百口井”专项治理工程，制约油田有效开发的问题得到一定程度的改善。但是，该厂油水井故障仍然较高，造成井网不完善、储量损失、生产能力下降，热采关停井仍然较多，可持续效益开发的基础仍然不牢固。为此，该厂今年持续开展“六个百口井”专项治理工程，全年计划273井次，增油1.83万吨，增注8.5万立方米，恢复控制储量80万吨。

年初，该厂按照油田分公司的部署，把“六个百口井”专项治理工程作为实现扭亏为盈的重要抓手，组织专家、地质和工程技术人员成立6个专项攻关项目组，精细油藏研究，查找潜力井层，依托“专家会审”平台，源头优化治理方案，确保高质量、高标准大力推进工程实施进度。

该厂技术人员围绕“注上水、注够水、注好水”，精细注水调整，优化注水层段组合，开展欠注水井增注治理，提高注水利用率。上半年，通过深化油藏认识，优化层段重组，提高纵向动用，增加有效注水，实施优化分注6层段，增注1.12万立方米；通过油藏工艺深度融合，强化欠注原因深度剖析，分类施策，实施增注治理9井次，增注5600立方米。

针对水平井动用程度差的状况，技术人员通过优化配套化学封窜堵水技术、二氧化碳采油技术、分段注汽技术。上半年，实施水平井专项治理10井次，阶段产油1308吨，增油126吨。

稠油热采井进入中高周期吞吐，井下故障井逐年增加，地质和工程技术人员深度融合，精确诊断，反复讨论，优化设计，制订科学合理的治理对策。上半年，对套损井专项治理38口，恢复控制储量39.33万吨，增油1900吨，增注3500立方米。

针对稠油热采出砂井，他们通过优化配套低粘清洁携砂液、冲防一体化工艺、分层防砂技术。上半年实施防砂技术27井次，有效率96.3%，增油1597吨，生产时率由41%升至100%，检泵周期由29天升至166天。

该厂充分利用联合站、75吨燃煤锅炉产生的固废资源，加大粉煤灰、石膏、乳化油泥等低成本调剖技术应用力度；在杨浅19区域配套应用调剖、二氧化碳、凝胶等治理技术，提升区块治理效果。上半年，现场实施调剖封窜27井次，降本215万元，阶段增油974吨。

以盘活存量资产、提高油井开井率为目的，技术人员加强关停井潜力再研究、再评价、再认识。通过开展关停井油藏、井筒、地面潜力排查，目前已实施措施复产21井次，检泵复产6井次，优化参数复产8井次，累计复产35井次，阶段增油3160吨。

渐成体系的“科幻”采油厂

□ 肖逸飞

近年来，随着形势的变化，油气生产一线出现了用工压力大，新老更替断档，生产运行成本攀升等诸多问题。利用信息技术，改变现有的管理方式，进而降低成本、提高效率成为了当务之急。为此，大庆油田第四采油厂进行了多项部署，不断丰富和完善数字油田功能。一个面向未来，具有科幻色彩的采油厂正逐渐呈现在人们眼前。

“魔改”版注入站，科技感十足

注聚泵在不停轰鸣，偌大的泵房里却空无一人。一个小家伙从房间的一头走到另外一头，还不时还转动着小脑袋，观察周围环境。作为采油四厂第五油矿三元四队2-11#注入站的新成员，这台自动巡检机器人正在监视着设备的运行情况，并将图像实时传送到后台，供远在队部的调度人员做出决策。这只是三元四队的10座注入站自动化升级改造的一个缩影。年初以来，这些注入站陆续加装了人脸识别系统、电子围栏系统，并优化了数据采集和生产控制系统。如今，即使不到现场，也能随时掌握聚合物的压力、注入量、累计注入量，调节瞬时流量，检测设备故障，并能准确识别外来入侵人员，对其进行警告驱离。

井、间自动化，让油气生产一线焕然一新

“我管30口井，最远的离计量间10公里，从前，每次矿里让落实油、套压，我都得骑着电瓶车一口井一口井地量，干到半夜是常事。”第五油矿西四队采油工赵洋感慨道，“自从上了自动化这套流程后，这些数据在队部技术员的电脑上就能显示出来，再也不用我挨个落实了，效率一下子就提了上来。”据悉，赵洋所在的第五油矿西四队是四厂井、间自动化改造项目的试点单位，信息技术的广泛应用使该队从偏远的西部水驱小队，一下子成了全厂的焦点和明星。井口自动测量装置使油、套压的采集和传输摆脱了对人的依赖；计量间的数字化升级改造让其具有了自动测量回油温度、回油压力，自动调节掺水量等功能，提高了工作效率，压低了生产成本。

云端指挥平台，运筹帷幄统揽全局

第四采油厂调度室的热线电话最近似乎闲下来不少，墙上的大屏幕却成了调度们每天关注的焦点。上面展示的是第四采油厂“井、间、站数字化展示图”。透过它，我们能看到杏北油田的巨幅地图，道路、站库、小队、单井、产量、运行状态等各种信息应有尽有。其实，这个数字化展示图是“第四采油厂生产运行指挥平台”的一个组成部分。为了避免生产运行过程中出现的多头请示、重复汇报，跨单位、跨部门协调费力、响应迟缓等问题，第四采油厂依照“互联网+”的理念，开发了这套云端指挥平台。通过将线下业务线上发起和分享，线下实体交由线上响应、反馈、交付和确认，最后再由专业化班组进行处理，构建由线下到线上再到线下的一体化管理模式。这套云端指挥平台促进了管理提升和降本增效，为数字油田时代科学规范管理探明了方向。