

揭开“弱信号”地层的神秘面纱

□ 李芳 王轩然

弱信号油气层是指钻井过程中录井资料油气显示、测井响应变化弱,测井评价方法极难识别油气储量,而投产后又能获得工业油气的油气层。

日前,中石化经纬中原测控公司应用“弱信号油气层测井评价技术”在普光地区普陆页1井中精准评价了湖相页岩气储层,为湖相油气开发提供了有利而详实的勘探依据。该技术获2020年集团公司科技进步三等奖。

随着油气工业的发展,全球油气勘探逐渐向岩性致密、泥浆侵入影响大、油页岩间等测井油气响应特征弱的油气层发展,以往的测井资料解释评价技术已无法满足复杂多变的地质要求,严重制约了油气资源精细勘探开发。如何真实地还原地下储集层状况,揭开“弱信号”地层神秘面纱,为油气勘探提供清晰准确的评价成果,提高油气勘探开发效率和效益,成为亟待解决的技术关键。

“如何在致密岩层中捕抓到油气的‘微弱’显示,找出油气资源甜点,让老油区焕发新机,让新油区长生不老,是对测井解释评价人员提出的新考验。”中石化经纬公司高级专家陈汉林说。

六年磨一剑

“测井解释方法研究很难取得突破形成科研成果,需要一大批人静得下心、耐得住寂寞,在长期的资料分析中寻找蛛丝马迹,一点一点地寻找线索、总结规律,非常考验人的意志。”中原测控公司解释计算中心主任赵伟祥说。

对弱信号油气层的准确识别是国内外测井界公认的难题,成为制约油气勘探开发的“卡脖子”技术。为提高该类油气层的准确识别,更好地服务油气勘探开发,2014年2月,中原测控公司组织科技攻关力量,以东濮凹陷为研究区,在国内率先开展弱信号油气层测井评价技术研究。

在占地700平方米的测井资料存放库里,摆放着东濮油田自1976年开发以来近万口井的测井曲线资料图,如同大海捞针,从何入手?解释人员在做好自己的本职工作之余,所有的时间都泡在了资料库,在一排排狭窄的资料架间,尘封了30多年的测井资料再次被

打开,透过尘埃,要用新的目光重新审视以往的地层信息。资料库里没有空调,冬冷夏热,他们都能忍受,但几个月下来,收获甚微,让几个年轻的解释员有些气馁。

“回想起做项目的第一年,我们日常生产任务繁重,研究工作又理不出头绪,我差点就坚持不下去了。”中原测控公司弱信号油气层研究小组年轻成员侯立云感慨地说。

时任中原测控公司解释计算中心主任赵俊峰带领的研究团队,决定改变思路,变“大海捞针”为“围网捕鱼”。他们按照区块划分,先找出曾经是弱信号显示的干层、差油层或未解层,再到地质院、采油厂查找这些储层是否有试油记录,然后结合钻井、录井、测井、地质岩心分析等基础资料,最终在600多口符合条件的老井中挑选出330米储层作为重点研究对象。

他们结合“钻井、测井、录井、地质、试油、岩心”综合数据,对这些储层的岩性、物性、电性等特征进行标准化分析,并开展二次精细处理解释,找出弱信号油气层的储集特性和规律,构建出不同储集空间类型的油气层评价模型。一年多的时间,在不断提炼—应用一再提炼一再应用的过程中,最终形成了一套弱信号油气层测井评价技术,取得了4种复杂岩性测井识别方法、3种弱信号油气层测井响应模式、5种弱信号油气层测井识别新方法等多项研究成果。至此,弱信号的神秘面纱终于被揭开。

初试锋芒

“方2井根据我们的解释结论试油获得高产工业油流,坚定了研究小组必胜的信心。”研究小组成员侯立云高兴地说。

方2井是中原油田部署在东濮凹陷西部洼陷带方里集的一口评价井。完钻后,录井、地质的油气显示极弱且电阻率数值低,按照常规的测井解释方法,83—88号层解释结论均为水层或干层,给这6个层判了“死刑”。

研究小组解释人员利用弱信号油气层测井评价技术对这口井进行解释评价,分别解释出了油气层、油水同层和含油层。2015年2月,对方2井试油,喜获高产工业油气流,试油结果为油气水同层,

测井综合解释结论与试油结果完全吻合。当解释人员得知这一消息后,抑制不住内心的喜悦,相拥而立。

初试成功的喜悦还未散去,解释人员就把目标定在了更广阔的国内市场。他们在国内各大油田积极推介弱信号识别技术,在甲方质疑和排斥中,用真诚的态度和有力的应用结论说服甲方,先后在国内外6个含油气盆地200口井进行了应用、分析,实现了渤海湾低阻及低差异油层、塔里木低阻油气层、四川低阻气层、鄂尔多斯致密砂岩气层、银额致密油层、松辽页岩油层的准确识别,弱信号油气层测井识别正确率达92.6%。通过老井再认识,解释人员发现了一批潜力油气层。2016年,该项目被列为国家重大专项《东濮凹陷油气富集规律与增储领域》研究的重要组成部分。

值得一提的是,2020年4月19日,该技术在普光探区陆相勘探重点探井普陆3井得到良好应用,试气获日产十余万立方米的高产工业气流,初步预测侏罗系圈闭资源量上万亿立方米。这是中原油田在普光探区启动陆相勘探10余年来取得的重大突破,也是中原测控公司利用弱信号识别技术对千佛崖组地层的认识,为陆相致密砂岩气藏的成功发现提供了有力保证。

华山论剑

“测井界没有‘弱信号’这种提法,你们是如何界定的?”

“你们是如何将微弱的油信号突出和放大的?”

……

2020年6月23日,中国石化科技部邀请集团公司测井解释方面的顶级专家组成鉴定委员会,对中原测控公司完成的“弱信号油气层测井识别技术”进行技术成果鉴定。鉴定会上,专家们从油气层识别新方法的理论基础、创新点及成果应用推广等方面对该成果进行辩论,一个尖锐而直击要害的专业问题被不断地提出,现场辩论激烈。

为参加此次成果鉴定,技术攻关小组做了充足的准备工作,对6年来的研究成果进行梳理、整理,收集了6个含油气盆地200口井的应用效果对比资料。从地区项目

评审到集团公司技术成果鉴定,技术攻关小组一路过五关斩六将,面对专家提出的各种问题,应答自如,论据详细,论证有力,最终打动了所有的评委。鉴定委员会一致认为,“成果达到国际先进水平”,填补了国内技术空白,终于获得了参加集团公司科技成果评审的“入场券”。

资料解释方法研究在集团公司科技成果申报中属于“冷门”,专家们对此提出很多疑问。“岩电参数模型中的参数选择地域局限性大,不易推广。”集团公司科技成果评审视频会上,评审专家对项目又提出质疑。

“我们虽然以东濮为主要研究对象,但模型参数能适用鄂尔多斯盆地、西南页岩气等区域。中国石油大学岩电实验研究成果也表明,这套参数模型具有一定的适用性,这套方法已经申报了国家发明专利。”技术攻关小组成员侯立云例举了大量事例,一一解答评审专家提出的质疑。

经过多轮辩论,这项成果最终获得2020年集团公司科技进步三等奖,成为四年来唯一一个获中石化集团公司科技进步奖的测井解释方法研究成果。

山高人为峰,海阔心无界。中原测控资料解释人员以“服务油气勘探开发,打造国内一流处理解释中心”为工作目标,针对制约油气勘探开发中的瓶颈问题,开展了一系列技术攻关。3年来,该公司新立局级以上资料解释科研项目共17项,形成了弱信号油气层测井识别、储气库测井评价及动态监测、利用测井资料确定钻井液漏失层位、水平井动态监测、页岩油气测井评价等5项核心技术,制定了两项国家能源局行业标准,实现解释方法的“一本通”,申报了5项国家发明专利、4项软件著作权,两项成果获省部级科技进步奖,出版成果专著1本。101口重点井被评为优质工程,成果验收优良率100%、测井解释符合率保持在92%以上,参与推动了渤海湾盆地、鄂尔多斯盆地、塔里木盆地、四川盆地等国内主要含油气盆地的重大油气发现。该公司近年来开展的“测井—地质—地震”一体化解释初见成效,为“一孔之见”向“一孔远见”发展奠定了坚实基础。

重识油藏增益

□ 田真徐姿

在油气藏开发理念中,“含水上升”是水驱开发规律的必经阶段,但永66斜更4井的高含水改变了胜利油田东辛地质人员的这一认知。

永66斜更4井投入开发近7年,依规律出现了含水上升现象。技术人员却通过自身矿化度和邻井数据双向对比,发现该井高含水是因套管渗漏造成,封堵后含水降至87%。“表面上看是水驱含水规律性上升,深层次却是井筒问题。”东辛厂地质所党支部书记庞丽丽说,这是他们牢守断块油藏开发基础的四个转变之一,即对“油藏认知的程度从看表象变为抓本质”。

伴随开发时间的延伸,开采程度、开发矛盾都随之变化,对油藏的认识亟需转变。“十五”至“十二五”期间,断块油藏的主要矛盾较为单一,通过层系细分、人工仿边水驱等技术跟进,采收率始终保持上升态势,平均年采收率上升0.3%。进入“十三五”以来,新增储量不足、高耗水、城区发展受限等多种矛盾交织,导致断块油藏采收率提高出现瓶颈,这一新变化促使他们突破固有思维,运用新理念引领新实践。

“我们从油藏认识的程度、角度、方式和态度四个方面探索‘四个转变’。”庞丽丽介绍,油藏认知的程度从看表象变为抓本质,油藏认知的角度从三维空间变为四维认识,油藏认知的方式从经验认识变为标准决策,油藏认知的态度从“习以为常、见怪不怪”变为“敢于设想、精确定证”。

辛37更斜14井区因早期钻遇程度比较低,地质上认为此处有两块独立砂体,中间不存在联通关系。但随着开发程度提高,在不连通区域尝试投产新井产量情况下,转注井也收效明显,这让技术人员认识到“现有的认识不等于客观真实”,也奠定了他们对油藏认知态度的转变。

结合“四个转变”,东辛厂发起边界、剩余油、层系井网、注采方式和井筒状况的“五个重新认识”,开辟出一条崭新的效益油路,其中,辛37单元就是通过层系井网的重新认识实现再提效。

技术人员在重新认识的基础上,对辛37单元部署水井工作量11口、油井工作量13口,目前已实施的6口油水井推动单元动液面整体回升49米。

截至目前,东辛厂持续深挖创效潜力,断块油藏动液面保持稳定,平均单井日液水平增加1.6吨,夯实了稳产基础。

河南油田稠油热采井堵水技术再上新台阶

“通过这口热采井措施前后生产曲线可以看出,应用堵水技术后有效地抑制了下水层的水窜,提高了油井的产油,措施效果明显。”6月11日,在油田热采技术交流会上,稠油热采水平井堵水技术项目组组长、河南油田专家赵长喜说。

针对河南油田稠油热采水平井水窜严重的问题,工程院开发研制了双参数动态多点找水工艺、渗透性薄隔层封堵、低密度高强度封堵、耐高温凝胶堵剂应用,以及可膨胀颗粒封堵等关键堵水系列技术,实现了水平井出水段的精准识别。水平井不同水窜位置的有效封堵,有效延缓了稠油水平井水窜速度,改善了稠油热采水平井开发效果,为稠油油藏开采提供了有力的技术支撑。目前该技术现场推广应用195井次,累计增油23268.9吨,油气比提高了23.8%,标志着油田稠油热采水平井堵水技术水平再上新台阶。

该技术授权发明专利两项,申报了5项国家发明专利,发表论文4篇。

在5月19日至21日召开的第二

十届五省(市、区)稠油开采技术研讨会上,工程院编写的论文《稠油热采水平井堵水技术研究》在200余篇科研成果中脱颖而出,荣获一等奖,同时入选《第二十届五省(市、区)稠油开采技术研讨会论文集》。

油田专家赵长喜被邀请主持了稠油开采分论坛,并作了题为《河南油田稠油开采配套技术》报告。他从河南油田稠油开发概况出发,深入分析了稠油开发面临的难题,针对难题开展的稠油开采配套技术探索与实践,提出了下一步攻关的思路和方向。该成果得到了与会专家一致的认可。

该报告还针对稠油热采水平井找、堵水技术的难点,对工程院独有的找、堵水技术研究和现场应用情况进行了阐述。

与会期间,吐哈油田和中海油相关油田专家对工程院稠油开采技术产生了浓厚的兴趣,表示要进一步沟通合作。

(乔庆芳 程红晓)

东方物探采用新技术提高施工效率

6月10日,从东方物探长庆探区了解到,承担于家梁和马家滩北两个三维项目的长庆物探处280队,全面应用可控震源自主网激发系统,平均日效同比往年提高23%。

可控震源自主网激发系统,是东方物探自主研发、基于多种通讯方式对可控震源进行滑动扫描的高效生产组织管理系统。其主要功能是配合节点仪器实现远程高效生产采集,对震源震动性能、无桩号施工、授时同步的实时监控和数据记录,同时与可控震源导航系统无缝配合,实现远程任务分发,质量数据回传,助力勘探生产提速提效。

这是东方物探在长庆探区农田草原区首次采用可控震源自主网激发系统,配合“高精度可控震源+无线节点”高效采集模式实施勘探生

产,实现通讯不受距离及地形等障碍限制,仪器车超远距离控制,有效提升通讯故障排查效率及通讯数据量大等难点,震源指标超限的重振率低于7.5%,网络传输比常规电台传输重振率降低90%,实现了地震技术装备前沿技术与勘探生产现场需求的有机结合,最高采集日效达到6538炮。

可控震源自主网激发系统投入运行后,作业现场和室内技术流程更加简化,班组沟通更加流畅,问题响应更加快速,实现实时生产监督管理,实时任务分发及施工进度实时共享,为生产现场的生产决策和调整提供支持,显著提高了可控震源的施工作业效率,为勘探生产提质增效提供了新动能。

(谭晖 万军)

测井青海公司桥射联作再创油田新纪录

6月23日,中石油测井公司青海分公司圆满完成青海油田风西IH1-5井桥射联作施工任务,再创青海油田水平段2541米、单井26段、203簇和单日泵送3段四项新纪录。

风西IH1-5井是青海油田的一口重点探井,井深5478米。为确保优质高效完成该井射孔任务,青海分公司成立专项工作组,对该井施工方案、应急预案及施工细节进行周密部署,通过领导全程跟井、岗位作业升级、强化现场管理、开展关键环节检查和科学统计分析等一系列措施,仅用9天就完成全部25泵送射孔任务,优质高效完成桥射联作施工任务,有效保障了风

西IH1-5井的压裂施工顺利进行。青海分公司自2018年积极引进推广桥射联作技术,持续优化和改进桥射联作施工工艺,建立了一套适合柴达木盆地桥射联作的操作标准及施工方案,不断提升单段作业效率,降低作业复杂率,实现青海分公司桥射联作技术“由无到有,由有到强”的跨越式发展。

目前,该公司已累计完成51口井、338段桥射联作施工任务,射孔一次成功率100%,作业效率提升48%,对青海油田有效提高水平井投产时效、降低开发成本、低品位储量的效益动用给予了强有力的技术支撑。

(吕蕾 全涛)

具有潜力的生物质能源

生物质能源主要是指以植物作为媒介储存的太阳能,也是人类使用最早的能源。

生物质能源一直是人类赖以生存的重要能源,是仅次于煤炭、石油和天然气而居世界能源消费总量第四位的能源,在整个能源体系中占有重要地位。

据有关专家估计,生物质能源极有可能成为未来可持续能源的重要组成部分。到21世纪中叶,采用新技术生产的各种生物质替代燃料将占全球总能耗40%以上。

依据来源不同,可将适合于作为能源利用的生物质分为林业资源、农业资源、生活污水和工业有机废水、城市固体废弃物和畜禽粪便五大类。生物质能源的利用,包括直接燃烧用作燃料,如农作物的秸秆、薪柴等,间接作为燃料,如农林废弃物、动物粪便、垃圾及藻类等通过微生物作用生成沼气,或采用热解法制造液体和气态燃料,也可以制造生物炭等,即将生物质转化为固态、液态和气态燃料。

作为能源推广项目的车用乙醇汽油,是用90%的普通汽油与10%的燃料乙醇调和而成的。乙醇主要来源于高粱、玉米、薯类等

发酵产物,属于重点发展的可再生清洁能源。乙醇汽油可以节省石油资源,还可减少有害气体排放,具有较好的经济效益和社会效益。

生物柴油也是石化行业最为关注的生物质能源之一。生物柴油是指以油料作物、野生油料植物、水生植物油脂、动物油脂等,尤其是以餐饮垃圾油为原料,通过酯交换工艺生产的替代柴油的可再生能源,可以单独或与传统柴油混合使用。生物柴油具有环保性能好、启动性能好、燃烧性能好、原料来源广泛、可再生等特性,是典型的“绿色能源”。

生物质发电是生物质能源的利用发展方向之一,包括农林废弃物直接燃烧发电、农林废弃物气化发电、垃圾焚烧发电、垃圾填埋气发电、沼气发电等。作为一种可再生能源及生物质无害化处理的手段,生物质发电在国际上越来越受到重视。但由于受能量密度低、资源分散、收集手段落后等限制,生物质发电产业化进程缓慢,严重制约着生物质能源高新技术的规模化和商业化利用,生物质发电产业的发展规模和水平远远低于风能、太阳能等其他可再生能源的利用。



近日,浙江雨水丰沛。中海石油宁波大榭石化有限公司提前做好大风暴雨期间的应急处置工作。6月10日,操作人员对装置地漏、水沟等疏水系统进行畅通性检查,及时清理雨水沟里的杂物,力保各装置在夏季汛期能正常生产。

王明琨 刘建峰 摄

与时间“赛跑”

□ 黄荣军 严惠英

立即组织车辆、人员,带上工具赶往现场勘察,测量确认阀门尺寸型号,同时做维修准备。

21点,厂物资设备部副经理黄超、江沙21-6中心站长王敬涛带着新闻阀驱车赶到现场,人员火速汇合。此时,杜云已经倒换好井口流程,准备好抢修工具。

黄荣军与任基文、杜云、黄超一边商量分工一边给大家伙鼓气,现场10多个人合理分工,各司其职。为了确保安全维修,他们分成照明、搬运、拆卸、安装四个组,用滚筒、撬棍、麻绳,齐心协力把新闻阀拉进了流程区。

“天黑视线不太好,使用扳手的时候看清楚用巧力,不要让汗水

模糊视线。”

“阀门很重,拆卸阀门时大家一起用力,用力不均阀门倾斜容易受伤!”任基文一边拧阀门螺栓,一边进行安全告知。

23时15分,经过近两个小时的努力,大家合力拆下旧阀门。

“大家要细致,清理阀门端面,均匀涂抹润滑油,螺栓对角拧紧……”安装新闻阀的过程中,任基文一边操作一边进行技术指导。

0时25分,新闻阀安装完毕,倒流程、验漏、试压、调整井安阀,30分钟不漏,大家心里缓缓地出了一口气,可以倒流程恢复生产了。

这时候,负责水套炉的当班员工小冯突然喊道:“不好,井安阀起跳

了!”经过大家仔细观察分析,原来是因为井口压力太大,一级节流油嘴匹配不好,导致井安阀起跳保护。

“马上调整更换油嘴!”,任基文经过反复计算,确定油嘴口径,将原来的5毫米油嘴更换为4.5毫米。

1时17分,井队也停止钻井。钻机的轰鸣声停止了,深夜的井场,采气流程区传出来的气流声显得格外响亮,再次倒换流程,伴随着气流声,操作阀门的手臂变得轻快律动。

“压力53兆帕,瞬时15.2万方,温度50摄氏度,出站压力3.2兆帕,恢复正常生产啦!”

此时,已接近凌晨两点,大家疲惫的脸上露出了欣慰的笑容。