



确保“十四五”开好局 以优异成绩庆祝建党100周年

“苹果树”与“双甜点”的故事

——集团公司2020年度油气勘探重大发现特等奖项目展示



绿色开发中的塔河页岩气田。向阳摄

编者按:

2020年,国内上游油气勘探战线深入贯彻习近平总书记“四个革命、一个合作”能源安全新战略和系列重要指示批示精神,坚决落实集团公司党组构建“一基两翼三新”产业格局的部署,持续加大高质量勘探力度,奋力攻坚克难,取得了一批油气重要突破和规模商业发现,全年新增石油、天然气探明储量分别比2019年增长25%、33%,超额完成七年行动计划年度储量目标任务,实现“十三五”圆满收官。本报今日与您分享两个勘探突破特等奖背后的故事,敬请关注!



“苹果树”:“树干树枝”都富含油气

□本报记者 王福全 通讯员 毛庆言 李弘艳

项目

顺北地区新区带油气勘探重大突破

获奖

集团公司2020年勘探突破特等奖

意义

2020年,针对顺北5号主干一级断裂带部署新类型部署的顺北57X井、针对顺北7号主干二级断裂带部署的顺北71X井、针对顺北5号断裂带分支断裂部署的顺北52A井、针对穹窿构造部署的顺北隆1井,齐获突破,进一步证实顺北地区整体富含油气。

故事

“苹果树”与“蒙古包”

自2016年以来,西北油田在顺北地区落实了18套富集成藏的主干断裂带,以1号、5号断裂带为主建成了百万吨产能阵地。

2020年,西北油田针对主干二级断裂带、分支断裂、穹窿构造,以及尚未完全控制的5号主干断裂带南段和4号主干断裂带开展评价和部署。

在科研人员脑海里,深埋地下七八千米的顺北断溶体油藏就像一棵棵苹果树,主干断裂带是树干,分支断裂带是树枝,断裂附近的空腔、洞穴是一个个苹果。

实践证明,主干断裂带富含油气,那么作为“树枝”的分支断裂带是否同样富含油气?

传统的地质理论认为,分支断裂不具备大规模油气充注的条件。科研人员研究断裂模式,精细解释地震资料,终于有了新发现:顺北5号断裂带的分支断裂与油气“发源地”烃源岩相连接,这从思想上突破了油气成藏的通源性瓶颈。

基于这一认识,西北油田对顺北5号断裂带长达130多个分支断裂进行精细评价,在断裂带中段部署重点探井顺北52A井。2020年3月30日,顺北52A井获突破,初期日产油150吨、天然气5.9万方方。

4个月后完钻的顺北隆1井,则再次实现顺北地区新类型目标——穹窿构造的突破。

早在2018年,科研人员就通过地震资料发现一批存在于主干断裂带之外的穹窿构造。

“这些穹窿构造就像草原上的蒙古包,呈孤立突起形态,分布具有一定的规律性,与断裂带目标特征截然不同,很可能又是一个‘金娃娃’。”西北油田勘探开发研究院顺北项目部副主任黄诚说。

塔里木盆地穹窿构造勘探无先例可循,科研人员精细研究构造内部储层分布特征,最终发现穹窿构造具备油气充注和富集条件。

根据新的地质认识,西北油田在顺北一区43个穹窿目标中优选部署顺北隆1井并获突破。

“复杂题”和“加分题”

如果说勘探研究部署是十年苦读,那么探井钻进就像高考,考得不好,前功尽弃。

2020年3月初,部署在7号断裂带的重点探井顺北71X井钻至科研人员预测的断层位

置,钻井液开始漏失,但漏失量较小。

顺北油气田储集体有洞穴、裂缝和孔洞,进入目的层后钻井液的漏失量不大,意味着储集体规模可能不大。

走滑断裂的断层,像是“囊衣黄瓜”,刀刀相连,油气在里面像走迷宫,时而“路畅桥通”,时而遇到“死胡同”。科研团队连夜开展目标再评价,优化钻井轨迹,不到24小时便提交了加深钻进的建议。

3月17日,顺北71X井钻至设计井深8542米,刷新亚洲陆上最深定向井纪录,但没有发生预想中的钻遇大的放空漏失。

科研人员考虑到储集体可能以裂缝为主,与工程人员联合,再次分析井边地震资料,刻画井周可能发育的储集体,决定采用暂堵分段酸压方案,以实现裂缝间的连通。

4月30日凌晨,“复杂题”求解成功,顺北71X井实现重大突破。

而顺北57X井在钻达目的层前夕,正逢同一断裂带上的顺北55井完钻,但该井未获规模油气发现。

科研团队及时总结顺北55X井的钻井经验,从储层反射特征、断裂发育特征等多个方面进行分析,二次论证优化顺北57X井的设计靶点,最终确定当前靶点为最有利靶点。

顺北57X井在目的层钻遇漏失,证明了靶点选择的正确性。但科研团队仍不满足,他们认为,虽然在储集体中钻井液漏失量较大,但油气在非均质性的断溶体中运移可能存在通道不畅的风险。

他们提出对顺北57X井进行酸压完井的建议被采纳。11月10日,顺北57X井顺利完成

“加分题”,测试获得工业油气流,实现5号断裂带从北到南整体控制。

全方位的一体化

顺北地区不断取得勘探突破,是一体化创新驱动的结果。

西北油田从井位优选、轨迹确定、地质设计、钻井跟踪等方面加强地质工程一体化,提高一次中靶率,减少轨迹调整;定期召开地质工程联席会、钻井故障分析会、钻井进度对接会,解决钻探难题。

西北油田持续完善勘探开发一体化模式,探井取得突破后,开发快速跟进评价,实现储量当年动用、当年见效。如针对5号断裂带部署的3口探井取得突破后,开发及时部署评价井15口,快速实现断裂带整体控制。

近几年,西北油田整合内外部资源形成“产学研”一体化模式。石油勘探开发研究院西北研究中心主任助理刘尚牵头的断裂研究团队,是西北油田众多科研支撑优秀团队之一。在顺北71X井完井作业中,两家单位的科研人员协作,科学高效编制大型酸压方案,有力支撑该井实现油气突破。

启示

西北油田副总经理云露:4口探井均获工业油气流,进一步证实北塔里木盆地顺北低阶隆起整体含油,是重要的油气富集区,进一步证实走滑断裂带控储、控藏、控富认识的正确性。顺北地区油气资源丰富、勘探类型多样,勘探潜力巨大,将成为西北油田“十四五”增储上产的重点地区。

“双甜点”:揭示陆相页岩诱人前景

□本报记者 雷丽 通讯员 李莉

项目

川东南侏罗系陆相页岩油气新领域勘探重大突破

获奖

集团公司2020年勘探突破特等奖

意义

2020年3月30日,江汉油田部署的专探井涪页10HF井获日产气5.58万方方、日产油17.6立方米的稳定工业油气流,揭示了川东南复兴地区侏罗系陆相页岩藏良好的勘探前景,这是新区新层系的突破,也是涪页页岩气田向北拓展、资源接替的关键。

故事

三探侏罗系

四川盆地油气资源丰富,前期针对侏罗系的油气发现集中在川中和川西地区,川东地区侏罗系一直没有实质性突破。

借鉴北美页岩气勘探开发新理念,江汉油田科研人员对建南地区三星1井、茶园1井、建68x井和新店1井等老井进行复查,初步锁定侏罗系东岳庙段为重点攻关层系。

2011年,江汉油田优选建111井东岳庙段页岩层开展直井老井复试,随后部署两口水平

井,但产量都较低。科研人员认为,该区页岩品质较差、热演化程度低,勘探潜力小,一探失利。侏罗系属于陆相页岩气,相比海相页岩气“先天不足”,其生烃条件不如海相,热演化程度也较低。但大家仍对侏罗系抱有希望,毕竟每口井都在东岳庙段见到良好显示。

2012年,集团在涪陵气田开展陆相页岩气评价研究,重点勘探复兴地区侏罗系大安寨段的页岩气层,3口井试获工业油气流。江汉油田随后钻探页岩气评价井6口,但均未取得实质性突破,二探失利。

2018年,为寻找下一个“涪陵”,江汉油田决定对复兴地区侏罗系开展新一轮评价研究。该油田联合研究团队提出新思路:“海相虽然生成的气多,但时间久远,散失的也多;陆相虽然生成的气没有海相多,但散失也较少;陆相页岩气一定能像海相页岩气一样找到甜点。”

经深入研究,科研人员将目光锁定复兴地区东岳庙段,认为虽然大安寨段油气显示明显好于东岳庙段,但东岳庙段有着更好的页岩气赋存条件,包括更好的有机质丰度、有机质类型、孔隙条件、含气条件等,突破的可能性更大。

联合选“甜点”

复兴区块东岳庙段甜点目标该如何选择?科研人员认为侏罗系陆相页岩气勘探突破存在三个瓶颈:沉积相变快,纵横向非均质性强,甜点描述难度大;黏土矿物含量高,压裂改造难度大;流体相态复杂,采油气难度大。

江汉油田成立多专业联合项目组和多学科联合科研团队,重点开展地质物探一体化描述、地质工程一体化评价和室内现场一体化攻关。

科研人员在大量的老井资料里寻找线索,一口井一口井,一个层段一个层段地对比,地质、物探、测井相互印证,不断修正地层模型,从而明确了侏罗系热演化特征、页岩平面分布特征,建立了基于精细地层划分约束下的地震沉积相综合预测技术,明确了涪陵北复兴区块北部为最优相带;优化测井解释模型,建立适合陆相页岩关键参数解释的测井评价技术(吻合率大于90%),明确了复兴区块东岳庙段页岩品质特征;在测井解释参数约束的陆相页岩地质、工程双甜点地震预测基础上,开展综合评价,明确复兴地区东岳庙段勘探潜力和甜点区。

反复论证,科研人员基于“半深湖相带、页岩厚度大、页岩品质好、有机质成熟度高、构造应力条件优”等条件,优选实施复兴地区第一口东岳庙段陆相页岩气风险探井涪页10井。

“其勘探有利区主体地层平缓,像个平底锅,埋深2500~3000米的有利面积有1500余平方千米,这对页岩气藏来说是非常合适的埋深,对于后期大规模开发、批量式打水平井十分有利。”科研人员说。

“挖宝”做试验

钻探目标确定后,还要过好“压裂关”。东岳庙段东一亚段页岩黏土矿物含量达到60%,怎样才能压得开、撑得住、流得动?

科研人员一头钻进大山深处“挖宝”,寻找东岳庙段露头地层做压裂模拟试验。“我们要寻找一块较大的新鲜的陆相页岩,不能是裸露的,长期风化会影响岩石性能和试验结果,只能靠挖”。最终,他们挖到一块满意的压裂样品,通过模拟试验摸索陆相页岩的压裂规律。

2019年1月,涪页10井完钻,获取75.6米岩芯,钻井过程中东岳庙段油气显示活跃,测井解释各类页岩气层总计50余米。

科研人员针对涪页10井岩芯开展一系列研究试验,精心设计压裂方案。对于页岩等致密储层而言,压裂目的是让地层充分形成网状裂缝,为页岩气离开地层创造“高速通道”。他们通过加大裂缝密度,确保目的层段能够“压得好”;通过优选支撑剂并优化铺砂方式,确保裂缝“撑得住”;通过加入新型强效抑制剂和润湿调节剂,确保页岩油气“流得动”。就这样,一条条满足页岩气流动的高导流通道铺设而成。

2020年3月30日,涪页10井压裂放喷测试获稳定工业油气流,验证了科研人员的认识。

启示

江汉油田勘探首席专家舒志国:陆相页岩的特殊性决定,仅是工程甜点,还是无源之水;仅是地质甜点,工程上拿不下来也无济于事。页岩气甜点层和甜点区的选择,是地质甜点和工程甜点相统一的结果,必须围绕“压得开、撑得住、流得动”开展地质工程一体化评价才能取得成功。

和油气井说说心里话

□马京林

当新年第一缕阳光洒向大地,西北油田采油三厂开发研究所油藏工程师程露已赶到TP272H井场。她向这口井行注目礼,道一声:“新年好,2020年辛苦了!”

2021年元旦,该所技术人员按惯例看望各自管理的油气井,并与它们说说心里话。

“每口油气井都有自己的性格,设计、管理要符合它们的脾性,才能让它们健康运行。我们在每年第一天组织技术人员到井场和油气井说说心里话,就是提醒大家搞开发要从实际出发。”开发研究所所长蒋林说。

TP272H井本是油井,生产层位是深部奥陶系,经多年开发,能量逐渐枯竭,实施多轮次注水、注气措施但收效甚微,一度被打入“冷宫”。

2020年,在持续攻坚创效行动中,该厂深化油藏认识,全面挖掘停产、低产油井潜力。TP272H井重回技术人员视野。程露认真查阅原始地震资料,发现上覆地层白垩系有良好的天然气储集条件,有层产气的潜力。措施后,这口井日产气1万多立方米。

“以前不是你不行,是我们的认识没有到位。2021年,我们在认识、理论和实践上一定更进一步,少一点‘冤假错案’。”程露向TP272H井诉说新年愿望。

在TP189X井场,开发研究所副所长任科来到油井祝贺新年,认真检查这口井的工艺流程,对每一个法兰、每一颗螺丝都仔细呵护。

“你不仅每天生产几十吨原油,更重要的是,你还给我们带来地质认识上的突破,打开了新的上产空间。”冬日的塔河油区,棉田里结着厚厚的冰,望着寒风中不知疲倦的抽油机,任科心生感动。

TP189X井本是一口未建产井,位于次级断裂带,属于地震弱反射井,按以往认识不会有大的潜力。在持续攻坚创效行动中,该厂全面排查未建产井潜力。任科通过研究认为以往认识有局限性,虽然这口井地震弱反射,但只要油气充注条件好,就有储层改造的潜力。这一认识上的突破,使TP189X井起死回生。

寒风刺骨,但站在TP254X井井口旁,工程师耿春娟回想这口井的复产过程,感到热血沸腾。她抚摸着油井管线说:“谢谢你对我们新技术的认可。”

TP254X井本是高含水井,多次堵水无效。2020年5月,耿春娟通过地震地质资料判断该井流水通道类型,根据裂缝尺度及供液能力优选新型堵剂和工艺,成功堵水。

“和油气井说说心里话,提醒我们开发工作必须严格遵循客观规律。正因如此,2020年,我厂圆满完成117万吨原油生产任务,盈亏平衡油价降低2美元/桶。”蒋林说,“新的一年,这仍将是我们的攻坚战开难题的法宝。”



2021年1月1日,西北油田采油三厂开发研究所副所长任科专程赶到TP189X井祝贺新年,并认真检查井口工艺流程。刘亚雄摄

中国石化供应商

锡安达防爆电机  
与世界同进步

电话:0510-83591888 83591777

网址:http://www.xianda.com

单位:江苏锡安达防爆股份有限公司