

供给

责任编辑:程强
电 话:59963258
邮 箱:
chengq@sinopec.com
审 校:张春燕
版式设计:王强

专家视点

□石油勘探开发研究院专家 杨贵丽

近年来的勘探实践表明,陆相断陷盆地邻源地质体勘探空间广阔、潜力巨大,是下一步勘探突破和规模增储的重要现实领域。

邻源地质体油气成藏的关键要素

我国含油气陆相断陷盆地主要形成于中亚造山带、华北地块、扬子地块和华南地块之上,由于盆地基底经历的构造-沉积演化历程不同,断陷活动时期不同,邻源地质体的结构构成存在较大的差异。

松辽盆地、二连盆地及银额盆地为形成于中亚造山带基底之上中的中生代断陷盆地,基底地层、构造复杂多变,无统一的盆地基底。渤海湾盆地为形成于华北克拉通之上的新生代断陷盆地。江汉、苏北盆地为形成于扬子克拉通之上的新生代盆地。同一克拉通基底之上形成的断陷盆地基底构成和构造特征具有一定的相

似性。

邻源地质体储层发育受控于地层沉积及构造改造过程,不同盆地之间差异较大,沉积岩、变质岩和火成岩三大岩类10余种岩石类型均可成储。

邻源地质体油气藏主要为它源型油气藏,油气来源于断陷盆地主力烃源岩,聚集于邻源地质体有效圈闭内。

大量油气藏实例解剖和成藏要素统计分析发现,“近源充注、厚盖保存和断溶优储”是邻源地质体规模油气成藏的关键要素,也是邻源地质体区带评价优选的主要原则。

依据油气富集要素,中国石化探索形成了“以源选凹、源盖选带、对接层系、优圈定靶、优储定点”的三选两定五步法勘探技术流程,有效指导了济阳坳陷太古界基岩潜山、梨树断陷前白垩系花岗岩潜山、银额盆地前白垩系大理岩潜山及江汉盆地碳酸盐岩潜山的勘探潜力评价与部署。

理论认识和勘探技术的不足之处

整体上,断陷盆地邻源地质体领域仍

处于早期勘探阶段,理论认识和配套勘探技术尚不成熟。

在理论认识方面,我国陆相断陷盆地分布在不同大地构造单元之上,断陷成盆期、火山活动期均存在较大差异,邻源古潜山、火山岩体的发育分布规律及主控因素尚未认识清楚。

邻源地质体的岩石类型包括沉积岩、变质岩和岩浆岩三大岩类的所有岩石类型,且经历了复杂的构造破坏及流体改造作用过程,储层特征及控储要素复杂多样,预测难度较大。

邻源地质体油气藏流体类型包括油藏、气藏和凝析气藏等多种相态,具有多源多期成藏的特征,油气动态过程及成藏主控因素研究难度较大。

在配套勘探技术方面,邻源地质体岩石类型复杂多样,储集空间多以裂缝、溶蚀孔缝为主,常规测井解释模型不适用,储层四性评价难度较大。

邻源地质体内部结构复杂,地震反射有效信号弱,信噪比较低,内幕成像效果较差,断层识别、层位追踪难度较大,多解性强,影响内幕地质结构及构造解释,常规的储层预测及含油气检测技术难以发

挥作用。

多专业一体化攻关突破关键技术

解决制约勘探的理论技术关键问题,持续推进邻源地质体勘探突破,需要地质、地球物理等多专业协同发力、一体化攻关。

从地震资料采集的源头抓起,探索针对深层复杂地质结构邻源地质体的深探测、多方位、合适面元大小和覆盖次数的地震采集技术,以获取更多有效信号。

在地震资料处理方面,加强与地质人员的结合,根据实际地质条件构建合理的深度模型,改善邻源地质体边界及内幕的整体成像效果。

在地震资料解释方面,解释人员与地质人员协同,在区域构造背景及盆地构造演化史的约束下,以科学的地质模型为框架,开展全三维地震资料解释,降低解释的多解性。

在测井四性评价方面,针对不同的岩石组合类型,加大岩石物理参数实验分析力度,构建适用的测井解释模型,获取更可靠的储层物性及含油性评价结果。

在地质综合研究方面,综合多维度地球物理资料,应用多种实验分析技术,深入解剖典型规模性油气藏成藏特征,明确油气富集成藏机理,更精准地预测有利富集区带及勘探目标类型,有效指导勘探部署。

下一步,将重点加大松辽盆地前白垩系古潜山和白垩系火山岩体、银额-二连盆地前白垩系潜山、济阳坳陷太古界-中生界潜山、江汉盆地前白垩系碳酸盐岩潜山、苏北盆地火成岩体,以及东海、南海海域古潜山、火成岩体等领域的勘探研究和评价部署力度。

随着理论认识和勘探技术的进步,以及勘探研究力度的加大,邻源地质体领域或将迎来勘探大发现、大突破。

链接

什么是邻源地质体?

邻源地质体,是指含油气盆地内,紧邻主力有效烃源岩发育,可规模聚集油气成藏的、非成藏期沉积成因的特殊地质体。

邻源地质体主要包括古潜山、火成岩体两种类型,前者形成于构造盆地差异升降运动,后者形成于深大断裂带岩浆喷发或侵入活动。

邻源地质体勘探成果如何?

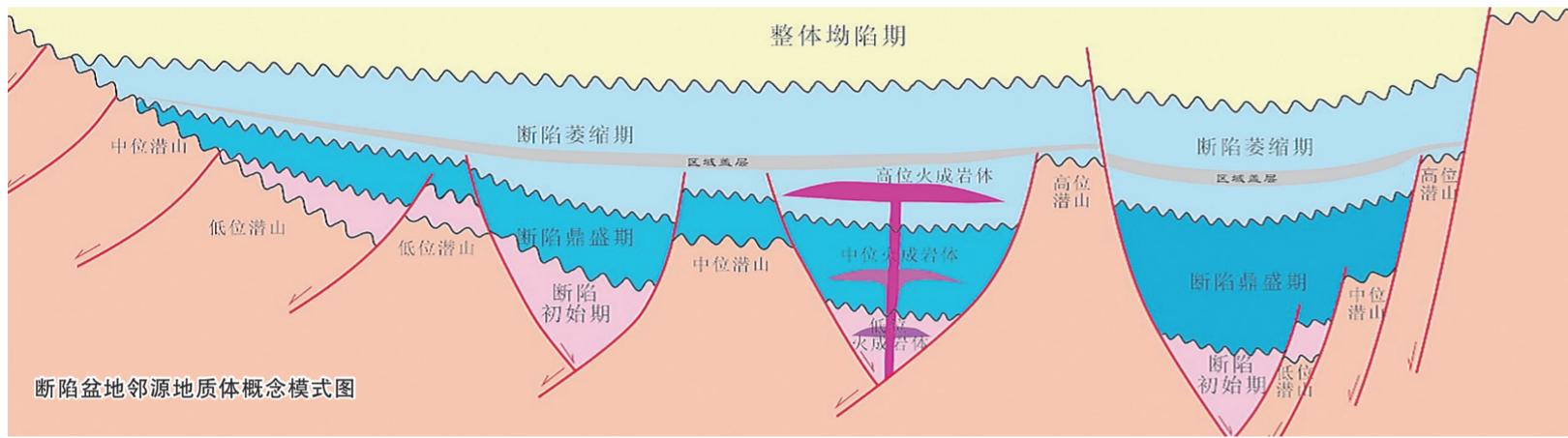
近年来,陆相断陷盆地邻源地质体领域取得了丰硕的勘探成果。

在渤海湾盆地邻源古潜山领域,多层次、多岩层均有重大勘探突破和进展。中国海油在渤海坳陷太古界变质岩潜山发现了数个亿吨级大油气田,在古生界碳酸盐岩潜山、中生界火山岩潜山发现了多个富集高产的含油气构造,邻源地质体领域累计油气储量规模达到10亿吨级。中国石油在辽河坳陷兴隆台中生界碎屑岩潜山中新增三级储量1.2亿吨,在黄骅坳陷庄海潜山上古生界-中生界碎屑岩潜山发现2000万吨级增储阵地。中国石化在济阳坳陷桩西潜山太古界-下古生界新增预测储量近3000万吨,在单家寺太古界潜山多口井获工业油流。

在松辽盆地,多岩类潜山、火山岩体均有新的勘探进展。中国石油在中央隆起带前白垩系花岗岩潜山钻探的隆平1井获日产气11.5万立方米,在乌兰凸起钻探的伏探1井在前白垩系板岩潜山获日产气2.2万立方米。中国石化在松南长岭断陷火石岭组火山岩发现了龙凤山、查干花和聚宝山等多个百亿方气田,在松北新区林甸断陷火山岩钻探的新胜1井获日产气6.6万立方米。

在银额盆地,中国石化在拐子湖凹陷钻探的拐18井,在前白垩系大理岩潜山中获得日产油205立方米、气21万立方米的高产。

在南海北部湾盆地,中国海油在涠西南凹陷花岗岩潜山、副变质岩潜山和碳酸盐岩潜山发现了多个油气田,其中W-1/1Sa井在花岗岩潜山发现200米厚的天然气层,测试日产气37万立方米、油超100吨。



东北油气:邻源火山岩“喷出”高产油气流

□本报记者 张万东 通讯员 徐文

松辽盆地深层发现了世界上最大的火山岩大型气田,开辟了我国陆上“第五大油气区”,在盆地北部徐家圈子断陷(徐深1井)、盆地南部长岭断陷(长深1井、腰深1井)等陆续发现火山岩气田,累计探明天然气地质储量3900亿立方米,年产天然气达到35亿立方米。火山岩气藏储层厚度大、物性好、储量规模大、产量贡献高,撑起了松辽盆地天然气储量与产量的“大半边天”,东北油气松南火山岩气藏的勘探开发便是其中的“代表作”。

但是,松南火山岩气藏的勘探开发并非一帆风顺。自2008年松南营城组“源上”火山岩气藏突破后,以松南气田为中心向四周展开部署的10余口探井,均以失利告终。该地区火山岩储层非均质性强、孔隙度跨度大(从26%到3%均有分布),且存在大部分物性好的储层水量过大等问题,成为制约东北油气加快发展的关键难题。

虽然火山岩勘探难度超大,但是多年勘探实践告诉勘探人员:火山岩作为松南典型邻源地质体,分布广、类型多、气藏资源量大,是东北油气增储上产的重点领域,唯有攻克难关,才能取得突破。

为此,勘探人员从观察火山岩形态入手,详细描述气孔发育位置,分析气孔成因;认真丈量营城



张凯 摄

组、火石岭组组剖面,划分火山旋回、期次、机构和堆积单元,寻找有效储层发育位置,总结分布规律。他们全面重建火山岩地质模型,将模型和所有井位纳入三维地震体中,重新认识火山岩断陷结构特征,从以前只描述火山岩体转向综合评价火山岩与沉积湖盆的耦合关系,从源储关系的角度重新认识火山岩成储成藏规律。

经过近10年对火山岩气藏的持续深化研究,勘探人员创新性将松南火山岩勘探从源上营城组转移至源下火石岭组,终于实现突破。2017年以来,东北油气将源储侧接对接的邻源火山岩作为重点勘探对象,在长岭断陷龙凤山次凹初步尝试,北213井获得工业气流突破,实现了松辽盆地火石岭组火山岩新层系勘探突破。

通过龙凤山次凹源下火山岩气藏的勘探评价认识,勘探人员建立了火石岭组火山岩“源储对接充注、古构造脊控聚”的成藏模式,在此基础上总结了火山岩分布规律、优质储层发育模式及“三位一体”成藏模式三项地质认识,迭代了储层描述、测井评价、储层改造三项关键技术,并逐步推广。

研究逐渐结出硕果。从2022年开始,松南长岭查干花次凹查2井、梨树北部斜坡松南165井、松北新立矿区林甸断陷新胜1井,以及长岭聚宝山次凹1202井等4口井获得突破,4个地区火石岭组邻源火山岩气藏相继发现,多点开花,逐步形成天然气增储场面,累计新增天然气三级地质储量2189亿立方米,其中探明储量437亿立方米。

目前,聚宝山火山岩气藏一体化推进已初见规模,日产气近百万立方米、日产油240吨,实现了储量高效转化为产量,为东北油气可持续发展注入了新动力。

勘探分公司:“邻源寻储”破局塔西南



王均杰 汪子豪 摄影报道

□何志勇 姜智利

大西北,塔里木盆地西南缘(简称:塔西南)被昆仑山与天山环绕,承载着无数勘探人的寻油觅气之梦。

上世纪50-80年代,老一辈勘探人开展山前带马蹄形会战,发现了柯克亚气田,吹响了进军塔西南的号角。然而,随后的勘探之路异常崎岖。

“前辈们围绕构造、奥陶系岩溶和断控缝洞体及寒武系盐下几个领域,发现了巴什托、亚松迪、和田河、玉北1等小型目标。但整体表现为点上突破多、规模小、展开难度大,成为长期萦绕在勘探人心头的‘意难平’。”勘探分公司副总经理、总地质师魏志红感慨。

2023年底,为加大油气资源勘探开发和增储上产力度,集团公司统筹发挥上游板块整体优势,整体将塔西南9个区块2.4万平方千米矿权流转至勘探分公司。该公司迅速集结精锐力量,从基础研究入手,启动一轮从盆地到区带再到区块的系统性油气评价研究会战。

“我们首先全面梳理制约塔西南地区油气勘探的地质因素。”勘探分公司塔里木项目部经理刘中戎说。

勘探团队对129口井的钻测录及完井资料、4万余千米二维地震资料、5000平方千米的三维地震资料评价,以及上千份的研究报告进行了系统的梳理消化,终于摸清了核心症结:多期构造运动造成烃源岩不落实、油气富集规律不清,导致油气勘探主攻方向不明,同时,深层超深层地震资料整体品质较低,难以满足勘探需求。

“传统构造勘探之路越走越窄,转变思路成为唯一出路。”勘探分公司塔里木研究中心主任潘磊说。针对关键核心问题,他们邀请国内知名院校和科研院所的专家学者多次研讨,并基于大量基础研究和油气藏解剖,创新确立了塔西南地区“逼近烃源岩,落实高能带,寻找多类型圈闭目标”的新思路。

“这个思路的核心,就是寻找邻源地质体。”潘磊说。

2024年起,勘探分公司启动为期3年的系统性野外调查。首年聚焦震旦-寒武系,通过“地毯式”追踪,不放过任何潜在“蛛丝马迹”,首次在塔西南发现震旦系烃源岩层段,坚定了勘探信心。

2025年,团队以石炭-二叠系为重点,系统设计露头点,建立完整的纵向层序与平面相序,发现了石炭系陆棚相优质烃源岩,证实了该套烃源岩的潜力。

地震资料是看清地下储层和圈闭的“透视眼”,但塔西南复杂的地表与地下条件,让这双“眼睛”如雾里看花。“高大沙丘、火成岩屏蔽让深部信号衰减严重,多次波发育导致深部地震成像差,盆地结构及裂陷槽识别刻画难度大。”勘探分公司物探项目部副总经理康家光坦言,团队承受着巨大压力。

为突破技术瓶颈,在集团公司支持下,该公司分两期采用“宽线、长排列、高覆盖”二维观测系统,开展“低频接收”攻关试验,攻关以低频信号为核心的深部采集技术,有效提高了深部地层地震资料信噪比和成像精度。

“新资料反映基底古隆起、裂陷的波场信息更加丰富,为塔西南南华-震旦-寒武系构造沉积模式建立提供了有力支撑。”康家光难掩兴奋。

思路与技术的双重突破,让塔西南油气勘探渐入佳境。该公司按照“战略突破、战略准备、积极评价”三个层次,在三大领域同步推进工作:石炭系领域聚焦“双源供烃、近源成藏”岩性圈闭,实施首口风险井,打响邻源勘探第一枪;寒武系超深层高能相控领域,大型岩性勘探目标已基本敲定;奥陶系领域跳出断缝带局限,探索相控、岩溶新阵地,风险井目标意向逐步明晰。

“油气勘探没有一成不变的路径,只有紧跟地质认识变化,敢于跳出传统舒适圈,才能在深地中找到答案。”刘中戎深有感触。

参加塔西南野外地质考察的老专家张桂权则表示:“每一次理论和技术突破的背后,都是扎实细致的基础工作和精益求精的不断求索。能源报国不是口号,是用脚步丈量沙漠戈壁、用坚守破解难题的执着。”

中原油田:邻源古潜山“被时光撕裂的迷宫”

□李蕊芳 王璇

“我站在银额盆地之上,脚下不过方寸之间,但可能左脚之下是8亿年前的古老岩层,右脚之下就是2.5亿年前的地质历史。咫尺之遥,已是亿年之别。”中原油田勘探开发研究院目标评价与井位部署方向专家史大海说。

若是游客在此,会迎来一场见证亿年地质变迁的神奇旅程。然而,对中原油田勘探人而言,这脚下一步跨越的数亿年时光,却是困扰已久的理论难题:地层复杂,地震成像,目标层始终“看不清”。

内蒙古银额盆地,地表是茫茫沙漠与戈壁,地下却是一个被时光撕裂的迷宫。这里经历了多期次强烈的构造运动,地层如同被反复揉捏、堆叠、断裂的“千层酥”。史大海和团队面临的第一个挑战,是如何理解这种极端复杂的地质结构。

在那些驻扎内蒙古、与风沙为伴的夜晚,史大海常在工作间隙仰望星空。天上的星星,看似杂乱无章,可当你站得足够远、望得足够全,就能看出它的脉络与格局”。

这给了史大海启示:认识地下,也需跳出局部,站在更高的时空维度去审视。

于是,勘探的第一步,从“坐山观盆”开始。团队五赴野外,踏勘38条剖面,发现那些抗风化的大理岩常与巨大断裂相伴,易形成古地貌高地。研究表明,这里曾发生强烈的构造运动,古老地层在板块挤压下被推覆成山——这就是潜山形成的初始密码。

宏观与微观分析相结合,团队发现这些经历亿万沧桑的大理岩并非“铁板一块”。在强烈的挤压褶皱背景下,岩石中发育了丰富的孔、洞、缝系统。显微镜下溶蚀孔洞和裂缝更是发育,面孔率高达16.8%至28.5%,共同构成了一个良好的“孔-缝-洞”复合储集体,完成了淋溶成储的关键一环。

