

滨里海盆地北部-西北部盐下油气资源潜力分析

吴婧, 田纳新, 石磊

中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院, 北京, 100083

滨里海盆地位于中亚地区里海的北部, 是世界上特大型含油气盆地之一。北部-西北部断阶带的整体构造样式为向盆地中心方向倾斜较陡的单斜褶皱, 由于板块碰撞作用, 沿边缘带发育了一系列的断层, 将其与东欧地台的其它隆起单元分隔开来。平面上这一区域的油气主要分布在盆地北部边缘的大型碳酸盐岩隆起带上, 纵向上主要分布在石炭系碳酸盐岩储层内。截止 2013 年底, 滨里海盆地北部-西北断阶带盐下层系已发现油气可采储量共计 1.05×10^4 MMboe, 其中石油 1626.06 MMbbl, 天然气 38415.63 Bcf, 凝析油 2473.75 MMbbl, 占整个区域已发现油气储量的 97.68%。

1 经历四期构造演化阶段, 海西期构造运动导致维宪阶-巴什基尔阶遭受风化淋滤作用, 形成优质储层

滨里海盆地的构造演化受北部裂谷和南部阿斯特拉罕-阿克纠宾斯克隆起的控制, 属于古生代克拉通凹陷盆地。总体上, 盆地的构造演化可划分四个阶段: 早泥盆世-早石炭世杜内期的裂谷阶段, 早石炭世维宪期-晚石炭世早巴什基尔期的克拉通拗陷阶段, 晚石炭世中晚期巴什基尔期-早二叠世的挤压阶段, 中二叠世开始进入克拉通拗陷阶段。

早泥盆世开始, 东欧板块东南边缘在裂谷作用下形成三叉裂谷, 滨里海盆地在此基础上形成。之后发生一系列短期的构造反转运动, 在滨里海盆地北部边缘地区形成一系列隆起的构造单元。这一时期, 盆地北部和西北部主要发育厚层台地相生物碳酸盐岩。早石炭世, 随着海侵规模扩大, 北部隆起带上发育陆棚碳酸盐岩的地区逐渐被深水沉积所替代, 在一些大型的平缓隆起上形成了生物灰岩。

维宪期, 东欧板块和东乌拉尔地块的碰撞形成

了南巴恩隆起带, 裂谷期结束, 盆地进入克拉通拗陷阶段。晚维宪期至谢尔普霍夫期的沉积环境为浅海陆棚, 并发育有生物礁。

晚石炭世巴什基尔期, 随着乌拉尔洋最终闭合, 东部哈萨克地块、南部北乌斯秋尔特地块与东欧地块发生碰撞, 滨里海盆地的区域构造发生了重大变化, 全盆被不同程度地抬升并遭受剥蚀。乌拉尔洋闭合后, 挤压活动仍在进行, 一直持续到早二叠世亚丁斯克期。挤压活动使得滨里海海盆与大洋隔离, 盆地水体处于闭塞干旱蒸发环境下, 从而在早二叠世空谷期形成了巨厚的蒸发岩。

盐土地层的沉积主要受到乌拉尔造山运动的影响。晚二叠世到三叠纪持续的乌拉尔造山运动形成的地貌特征, 使得来自周缘山系、地台上的碎屑物质快速堆积在盆地内部, 形成巨厚的碎屑岩沉积。盆地从此结束了海相沉积环境, 以陆相为主的沉积环境正式开始, 并一直持续到新生代。

2 发育四套烃源岩, 三套储集层

滨里海盆地北部-西北部发育有四套烃源岩: 中泥盆统的艾菲尔阶—吉维特阶烃源岩、上泥盆统法门阶—下石炭统杜内阶烃源岩、下石炭统维宪阶—上石炭统巴什基尔阶烃源岩, 以及上石炭统莫斯科阶—下二叠统亚丁斯克阶页岩及泥质碳酸盐岩。其中主力烃源岩为发育于中石炭统的钙质页岩、硅质页岩和泥质碳酸盐岩, 该套烃源岩在三叠世末期开始进入生烃期, 在早侏罗世进入生油高峰期, 在早古近纪进入生气高峰。

盐下主要发育三套碳酸盐岩储层: 莫斯科阶—亚丁斯克阶 (KT-1)、维宪阶—巴什基尔阶 (KT-2) 和法门阶—杜内阶 (KT-3)。其中 KT-2 的石炭系浅海陆棚相碳酸盐岩为本地区油气藏的主要储集层,

注: 本文为国家科技重大专项 (2011ZX05031-001) 资助的成果。

收稿日期: 2015-01-02; 改回日期: 2015-02-01; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 吴婧, 女, 1988 年生。硕士, 中石化石油勘探开发研究院, 综合石油地质研究。Email: wujing.syky@sinopec.com。

目前盐下层系北部 43.7%的储量都发现于 KT-2 储层中。KT-2 碳酸盐岩储层受到强烈的后期次生改造作用,形成的溶蚀孔洞和裂缝都不同程度地改善了储层的物性。

滨里海盆地盐下层系的区域性盖层为下二叠统孔谷尔阶(局部为亚丁斯克阶—喀山阶)盐岩,厚度最高达 2000m。该盐层覆盖了盆地的大部分地区,仅有东部和南部边缘由于没有沉积或前侏罗纪侵蚀作用削截而造成小部分的地质缺失。

3 大型斜坡带控制了碳酸盐岩的发育,风化壳岩溶储层控制了油气的富集

滨里海盆地盐下石炭系地层是以生物碎屑灰岩为主的浅海台地相碳酸盐岩,包括白云岩、颗粒灰岩和生物灰岩。在滨里海盆地中,北部-西北部石炭系的生物建造相储层中的原始孔隙通常都受到早期海相方解石胶结作用的破坏,而次生孔隙受到后期的白云岩化作用,形成由孔隙、孔洞和裂缝组成的大型岩溶缝洞储集体。滨里海盆地从晚石炭世巴什基尔期开始,受到乌拉尔洋闭合运动及周缘板块碰撞的影响,发生了区域性的构造挤压抬升作用,盆地各区域均受到了不同程度地抬升,并遭受剥蚀。初期的抬升隆起和剥蚀破坏了早期形成的油气藏,北部石炭系巴什基尔期储层岩心中固体沥青质可见。

根据卡拉恰加纳克油田的储层物性资料,KT-2 储层由于长期遭受剥蚀和风化淋滤作用,产生孔隙增大和溶孔增多的溶蚀作用,进一步加深了岩性的裂缝作用和间歇性的喀斯特作用,使得岩性的储层物性大大增强。同时,石炭系顶部的不整合面使得大气水得以进入地层内部,并对裂缝和其它基质孔隙系统进行溶解和再扩大。与灰岩相比,白云岩的机械强度和化学稳定性更高,所以白云岩孔隙一旦形成,通常能被保存下来,并且其埋深对孔隙度影响不大。石炭系碳酸盐岩储集受控于多期溶蚀作

用,后期成岩作用形成了多种类型和结构复杂的次生空隙,造成了碳酸盐岩多孔高渗的特点,也使 KT-2 的储层物性远优于其它层段的储层。

同时,由于碳酸盐岩基质孔隙度较低,很难成为油气运移的通道,因而裂缝和溶蚀孔洞缝的存在对碳酸盐岩油气运移尤为重要。巴什基尔阶晚期的岩溶作用形成的优质储层和 KT-2 顶面风化壳,也为油气运移提高了有利通道。

4 三套储集层均有较大的勘探潜力

本文采用以成藏组合(Play)为评价单元的资源评价体系。利用 HIS、C&C 和 Tellus 数据库资料,对评价单元进行整理和分类;通过油气地质综合研究,确定拟评价成藏组合(Play)的时空分布特征,揭示油气分布特征、主控因素和成藏模式;把历史发现、钻井数据分配到相应的评价成藏组合中,形成勘探发现序列;根据油气藏勘探历史和发现序列,选取关键评价参数,采用蒙特卡罗算法,估算待发现石油、天然气和凝析油可采资源量,评价结果以概率分布形式给出四个值:低值(F95)、中值(F50)、高值(F95)和均值。通过油气资源潜力评价分析,北部断阶 KT-1、KT-2 和 KT-3 的待发现资源量均值分别为油当量 1028MMboe、1175MMboe 和 1349MMboe。从评价结果中可看出,具有优质储集层的北部断阶 KT-2 成藏组合是滨里海盆地北部-西北部盐下最重要的的有利区带。

参 考 文 献 / References

- 刘洛夫,郭永强,朱毅秀,2007.滨里海盆地盐下层系的碳酸盐岩储集层与油气特征.西安石油大学学报:自然科学版,22(1):53-58.
- 周生友,马艳,唐永坤等,2010.滨里海盆地北部-西北部断阶带盐下油气成藏条件.新疆石油地质.31,216-219
- Blackbourn,2012.Petroleum Geology of the Precaspian basin.Scotland UK, Blackbourn.33-115
- C&C Reservoirs. 2003. Reservoir Evaluation Report, Karachaganak Field, North Caspian Basin, Kazakhstan. Digital analogs.