

文章编号: 1001-6112(1999)03-0251-05

巴丹吉林盆地麻木乌苏凹陷 基岩含油气特征及成藏条件分析

卢崇宁, 段春节, 康新文, 李保林

(中国新星石油公司华北石油局, 河南郑州 450006)

摘要: 巴丹吉林盆地包含多个中生代凹陷, 在其西北部麻木乌苏凹陷中首批钻探的两口井, 均在前中生界基岩顶部钻遇良好油气显示, 反映该区具有形成基岩油气藏的可能。分析认为, 油气源来自侏罗系, 不整合面和断层为主要运移通道, 基岩具有相对较好的储集性, 存在系列断块潜山型圈闭, 油气分布显示出差异聚集的特点。因此, 基岩油气藏是该区勘探的重要类型之一, 扩大了油气勘探领域。

关键词: 基岩; 油气; 成藏条件; 巴丹吉林盆地

中图分类号: TE122.3; P618.13

文献标识码: A

巴丹吉林盆地位于内蒙古西部, 地表多为沙漠戈壁, 是我国陆上极少的油气勘探处女地之一。近年才在其西北部麻木乌苏凹陷开始钻探油气, A 井在侏罗系上统试获日产轻质油 2.52m^3 和 2000m^3 天然气, 并在前中生界基岩顶部钻遇良好气显示; A 井北部另一断块上的 B 井亦钻遇多层油气显示, 且基岩含油气情况更好; 但对基岩油气藏缺乏足够的认识, 未予深入工作, 故暂无油气突破。本文从这 2 口井的实际资料出发, 分析该区基岩油气成藏条件, 对评价麻木乌苏凹陷乃至巴丹吉林盆地的油气勘探前景具有现实意义。

1 区域地质背景

巴丹吉林盆地处于中朝板块、西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块的交接部位, 其构造属性较为复杂, 在区域构造上应属兴安-蒙古弧形褶皱带的一部分。它由若干侏罗、白垩纪的拗陷或断陷叠合而成, 后被新生界覆盖。

盆地的基底由古生界和岩浆岩组成。岩浆岩种类繁多, 分布广泛; 以海西期的中酸性和酸性侵入岩为主, 其产状、形态和展布常受控于近东西向和北西

西向的大型断裂, 沿断裂呈大型岩体或条带状产出。中生代盆地的发育受板块间南北向挤压和阿尔金断裂系大规模左行张剪性走滑控制, 表现为侏罗纪北西向拗陷与白垩纪北东向断陷的斜向叠加。因此, 巴丹吉林盆地是属于中生代两期沉积的复合型叠置盆地。麻木乌苏凹陷是该盆地西北部的三级构造单元, 走向北东呈狭长状, 面积约 1180km^2 (图 1)。

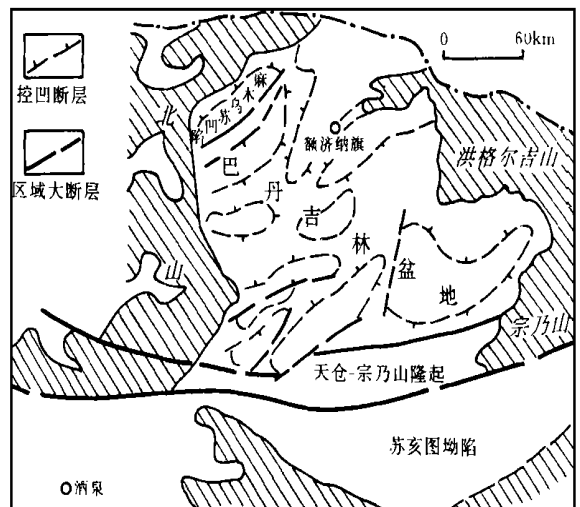


图 1 巴丹吉林盆地麻木乌苏凹陷构造位置图

Fig. 1 Structural map of Mamuwusu sag in the Badain Joran Basin

收稿日期: 1999-04-20

作者简介: 卢崇宁(1954-), 男(汉族), 江苏东台人, 工程师, 主要从事石油地质研究工作。

表 1 麻木乌苏凹陷地层划分与地震层序表

Table 1 Stratigraphic division and seismic sequences at Mamuwusu sag

地层系统				厚度 /m	岩性简述	地震层序	特征波	反射特征
界	系	统	组					
新生界	第四系			0~180	杂色、灰黄色砂砾岩与灰黄色粘土岩。		T ₁	席状披盖平行、亚平行反射
	上第三系			50~60	蓝灰色粘土岩与杂色砂砾岩互层。			
中生界	白垩系	下统	赛乌苏组	500~672	上部为棕红色泥岩与浅棕色砂岩不等厚互层;中部为灰色砂、泥岩互层;下部为灰褐色泥岩夹浅灰色粉、细砂岩。	1	T ₅	连续性较好,密集平行反射
			额济纳旗组	120~432	灰色含灰泥岩、泥灰岩夹浅黄、黄灰色粉、细砂岩。		2	T ₇
				598~903	褐色泥岩夹灰色粉、细砂岩;下部为灰色砂、泥岩互层。			
			119~165	杂色、灰色砂砾岩夹褐色泥岩薄层。		T ₈	中振幅、连续性差	
	侏罗系	上统	麻木乌苏组	178~402	深灰、灰黑色泥岩与浅灰色粉、细、中砂岩略等厚互层。		T _m	中振幅、较连续
前中生界				未穿	中、酸性侵入岩			

据已有的钻井和地震资料,建立了麻木乌苏凹陷地层、地震层序(表 1)。

2 基岩特征

2.1 岩性特征

钻井揭示的前中生代基岩为岩浆岩,其岩性较复杂,以斜长花岗岩、石英闪长岩为主,亦有碱长花岗岩、二长花岗岩、花岗闪长岩、石英二长闪长岩、角闪花岗闪长岩和闪长玢岩等,总之,可归为花岗岩和闪长岩两类。岩石为灰、浅灰色,局部浅棕红;多呈半自形中粒结构和花岗结构。岩石成分中长石普遍绢云母化,局部绿泥石化;角闪石多绿泥石化;黑云母弯曲变形,且多蚀变为绿泥石和绿帘石,反映岩石遭受过一定程度的风化作用。

与盆地周边地区出露的岩浆岩可对比,尤其与北山北部地区六驼山斜长花岗岩体特征类似,该岩体年龄值为 289.9~306Ma,且见有二叠纪地层覆盖其上,表明为石炭纪晚期形成。故钻遇基岩应与之

相当,应在侏罗系沉积前受到较长时间的风化剥蚀。

2.2 储集特征

基岩储集层一般以裂缝型为主,裂缝的发育程度与构造强度、风化程度和基岩本身的性质有关。观察本区基岩顶部的岩心,可见有立缝、斜缝和平缝 3 种类型,但以斜缝和立缝为主。裂缝长度在 3~15cm 之间,裂缝密度为 21 条/m;裂缝面较平整,呈半充填状态,充填物为重结晶的长石、石英,少量方解石。有两组基本相互垂直的斜缝,一组切割另一组并有一定错动,明显为构造成因。铸体薄片观察,岩石颗粒破碎,颗粒之间发育有微裂缝,部分为重结晶的长英质及暗色矿物充填。激光显微镜鉴定微裂缝宽度为 50~200 μm 。

测井资料反映,基岩的电阻率为 100~500 Ωm ,声波时差为 200~300 $\mu\text{s}/\text{m}$,密度为 2.65~2.70 g/m^3 ,中子孔隙度为 3%~6%,解释岩石基质孔隙度为 8%~12%,裂隙孔隙度为 3%。这组测井参数反映储层物性属低孔、低渗,但 3 种孔隙度测井的差异显示储层具裂隙和溶孔网络。

表2 麻木乌苏凹陷储集岩物性数据统计表

Table 2 Statistical data of physical properties of reservoirs at Mamuwusu sag

层位	储集岩	孔隙度 /%	渗透率 / $10^{-3}\mu\text{m}^2$	排驱压力 /MPa	全直径岩心样	
					孔隙度 /%	渗透率 / $10^{-3}\mu\text{m}^2$
侏罗系	砂岩	$\frac{0.2 \sim 9.97}{3.34(32)}$	$\frac{0.013 \sim 0.577}{0.2(32)}$	0.35 ~ 20.0		
前中生界	闪长岩	$\frac{0.4 \sim 6.6}{3.5(18)}$	$\frac{0.02 \sim 1.51}{0.4(18)}$	0.15 ~ 1.2	4.2 ~ 5.9	1.21 ~ 22.3 (有裂缝)
	花岗岩	$\frac{5.1 \sim 9.3}{6.6(4)}$	$\frac{0.66 \sim 2.31}{1.2(4)}$	0.28 ~ 0.45	7.8	3.14 (有微裂缝)

注: $\frac{0.2 \sim 9.97}{3.34(32)}$ 为 $\frac{\text{最小值} - \text{最大值}}{\text{平均值}(\text{样品数})}$

岩心样品分析数据反映花岗岩物性好于闪长岩(表2),并与克拉玛依油田的基岩储层有一定的可比性。克拉玛依油田的古3井钻遇基岩的裂隙孔隙度一般为2%,而岩石总孔隙度为6%,岩心分析的渗透率为 $0.76 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,试井求出的渗透率($40 \sim 160$) $\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,说明是裂缝起主要作用^[1]。表2中全直径岩心样的渗透率较高,最高为 $22.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,与古3井的情况接近。古3井区的基岩油藏单井日产油8.3~18.2t,故本区基岩应具备相当的储集能力。

3 基岩含油气特征

3.1 A井主要含气

A井于井深2685m钻遇基岩,并在2686.70m取心,为灰、浅灰色石英闪长岩和斜长花岗岩;岩心和岩屑均无含油显示,但气测全烃含量由0.075%升至4.234%;组分分析甲烷4.2%、乙烷0.032%、丙烷0.002%;泥浆被气侵,泥浆比重由1.18降至1.15,粘度由39s升至45s。反映本井基岩含较多的气而基本不含油。含气显示底界深度为2716m,则含气局部构造闭合高度达31m。

3.2 B井主要含油

B井在A井北约1150m处,于井深1925m钻达基岩;B井钻遇的基岩岩性较复杂,除与A井相同的岩性外,还有二长花岗岩、碱长花岗岩、闪长玢岩等;岩屑有荧光显示;气测全烃由0.027%升至0.129%,组分除甲烷、乙烷和丙烷外,还含有微量异丁烷和正丁烷,这是含油气标志。取泥浆样做现场全

脱分析,出现10个组分峰,其峰数和峰值均高于A井。于1946.87~1960.41m取心,岩心含油面积为30%~60%,有浓烈的油香味,见淡黄色的轻质油沿裂隙缓慢外渗;浸水试验有小米粒状的气泡从裂缝中断续冒出,岩心底部基本不含油,表明油气在基岩上部已形成聚集,并以含轻质油为主,含气较少。含油显示底界深度为1954m,则含油气局部构造闭合高度达29m。

4 成藏条件分析

4.1 油气源较丰富

利用 R_o-H 关系式和 $\log T-H$ 关系式,求得麻木乌苏凹陷的生油门限深度为1970m。钻井揭示和地震剖面反映白垩系的暗色泥岩埋藏较浅,大部分未达到生油门限;但侏罗系在上第三系沉积前已全部进入生油门限,深凹部位达到生油高峰阶段。

A井侏罗系厚328m,其中暗色泥岩厚171.5m,占52%;B井侏罗系厚183m,暗色泥岩厚125m,占68%。由地震剖面解释,估计在深凹部位侏罗系厚达1000m以上,凹陷内有效生油岩面积约350km²。

根据A、B两井侏罗系44个生油岩样品分析,有机碳0.30%~1.99%,平均为0.75%;氯仿沥青“A”(130~5079) $\times 10^{-6}$,平均为1014 $\times 10^{-6}$;烃含量(69~3690) $\times 10^{-6}$,平均为743 $\times 10^{-6}$;评价为好-较好生油岩。有机质类型以I型为主,部分为II型; R_o 为0.47%~0.81%,深凹部位会更高些,源岩处于成熟阶段,有大量油气生成。初步估算麻木乌苏凹陷生油总量为4.65 $\times 10^8$ t,资源总量为2.67 \times

10⁷t,对形成中、小型油气藏来说,油气源是丰富的。

4.2 油气运移距离短

与一些基岩油气藏相比,麻木乌苏凹陷的油气运移条件较好。如:酒泉盆地青西凹陷生成的油,沿白垩系底的不整合面向东南上倾方向运移 12km,形成鸭儿峡基岩油田^[2-3];克拉玛依油田古 3 井区的基岩油藏,其油源来自玛纳斯凹陷,沿不整合面运移达 80km;美国堪萨斯中央隆起基岩油藏的油源来自安纳达柯盆地,最大运移距离达 160km。麻木乌苏凹陷面积不大,A、B 两井所在的构造带距有利生油区仅 10km 左右,油气沿侏罗系底的不整合面和断层做短距离运移,散失量不大,对聚集成藏有利。

4.3 基岩储集性相对较好

虽然前述本区基岩属低孔、低渗的裂缝型储层,但相对于上覆侏罗系的砂岩储层仍有一定优势。据 A、B 两井侏罗系 32 个样品分析结果,砂岩成分中长石和岩屑的含量普遍较高,反映岩石成分成熟度较低;颗粒磨圆度多为次棱角状,分选性除细砂岩达

到中等-好外,其余均为中等-差,说明砂岩结构成熟度也不高,导致其孔渗性比基岩差(表 2)。因此,油气在运移过程中会优先聚集到基岩储层中成藏。

4.4 圈闭类型与成藏模式

由 A、B 两地层对比,反映 B 井侏罗系下部缺少 100 多米砂岩为主的地层,故推测 B 井侏罗系原始沉积时亦仅高于 A 井 100 多米,而现今两井基岩顶面相差 700 多米,这是后期断层作用的结果,并形成了一系列距离较近、高差较大的基岩断块潜山圈闭(图 2)。

A 井处的基岩断块较低,其中主要含气;B 井处的基岩断块较高,其中主要含油;分析两井相对于深凹部位油源区的位置,可以认为这是油气差异聚集的结果。在 B 井北部还存在两个断块潜山圈闭(图 3),它们与 A、B 两井所在的断块构成了沿油气运移方向分布的系列圈闭。按照油气差异聚集的理论,若油源充足,B 井北部的圈闭应为油藏,它们是下步勘探的目标之一。

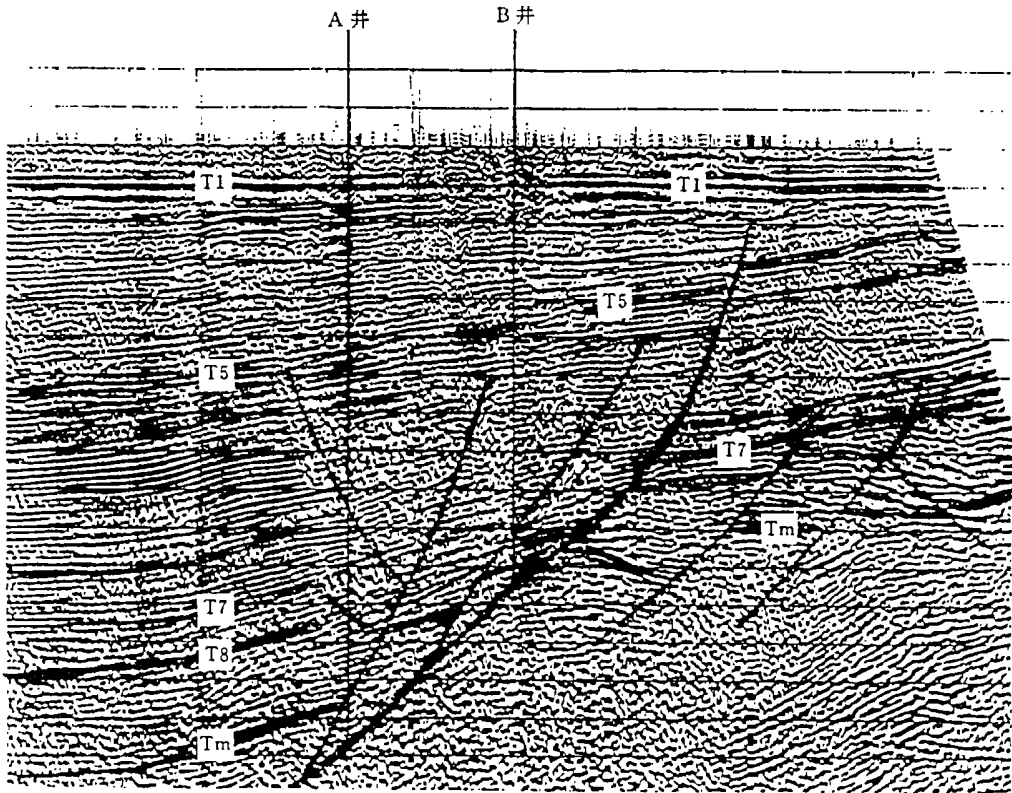


图 2 麻木乌苏凹陷 A、B 井连井地震剖面图

Fig 2. Seismic profile passing wells A & B at Mamuwusu sag

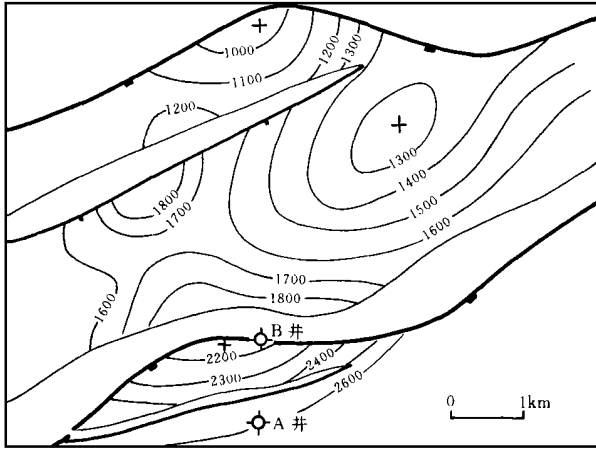


图3 麻木乌苏凹陷前中生界顶部局部系列圈闭图

Fig 3. Regional structural map of top of Pre-Mesozoic at Mamuwusu sag

综上所述, 本区基岩油气成藏的模式是: 侏罗系的油气源岩在上第三系沉积前达到生油气高峰阶

段; 断块潜山圈闭于喜山运动早期定型; 油气短距离运移、晚期成藏; 储集空间为基岩裂缝和溶蚀孔隙; 分布特征是在油气运移方向上的系列圈闭中形成差异聚集。

巴丹吉林盆地面积约 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$, 是由多个类似于麻木乌苏凹陷的小凹陷组成的凹陷群, 它们有相似的构造背景和发展史。因此, 基岩油气藏不仅是麻木乌苏凹陷勘探的重要类型, 也是巴丹吉林盆地油气勘探中应予重视的领域。

参考文献:

- [1] 潘钟祥. 不整合面对于油气运移聚集的重要性[J]. 石油学报, 1983, 4(4): 3~6.
- [2] 范成龙. 克拉玛依基岩油藏[J]. 新疆石油地质, 1984, (3): 34~35.
- [3] 谢恭俭. 酒泉盆地西部鸭儿峡变质基岩油藏的形成条件[J]. 石油学报, 1981, 2(3): 24~28.

BEDROCK HYDROCARBON-BEARING CHARACTERISTICS AND POOL-FORMING CONDITIONS OF MAMUWUSU SAG IN BADAIN JARAN BASIN

LU Chong-ning, DUAN Chun-jie, KANG Xing-wen, LI Bao-lin

(North China Petroleum Bureau, CN SPC, Zhengzhou 450006, China)

Abstract: There are several Paleozoic sags in Badain Joran Basin. The first two wells drilled in Mamuwusu sag of the northwestern part of the basin were all found good oil/gas show, which indicated the possibility of forming bedrock oil/gas pools. The source rocks is Jurassic, the unconformity surfaces and faults are the dominant migration pathway, and the bedrock shows relative good storage ability. There are a series of block traps of buried hills in the area and distribution of oil and gas is different in different parts. The bedrock oil-gas pools may be the important exploration targets in the basin.

Key words: bedrock; oil and gas; pool-forming conditions; Badain Joran Basin