

Rub'Al Khali 盆地北缘地区古生界砂岩储层特征

刘喜玲¹⁾, 黄兴文²⁾

1) 中海油国际公司, 北京, 100010; 2) 中海油研究总院, 北京, 100027

波斯湾超盆地是世界上油气资源量最丰富的沉积盆地之一, 现已探明油气储量 1200 BBOE, 剩余资源量 355BBOE, 其中剩余油 179BBO, 剩余气 985TCF (据USGS和HIS数据库), 油气资源量位居世界第一位 (童晓光等, 2004)。Rub'Al Khali盆地处于波斯湾超盆地东南部, 大部分位于陆上, 其中陆上面积为 $65.24 \times 10^4 \text{Km}^2$, 海上面积为 $0.91 \times 10^4 \text{Km}^2$, 盆地包括了沙特阿拉伯、阿联酋、伊朗、卡塔尔、阿曼和也门等国家的部分地区 (童晓光等, 2004)。Rub'Al Khali盆地已探明石油储量 117BBO、天然气 2467Tcf, 是一个世界级油气富集盆地, 主要的油气产层是侏罗系和白垩系碳酸盐岩地层。由于盆地自上世纪五六十年代已进入大规模的勘探开发阶段, 浅层碳酸盐岩地层的油气资源开发也已成熟或过成熟, 因此寻找勘探新层系已成为盆地油气勘探的必经之路。近年来随着勘探视野的不断开阔及石油天然气勘探技术的不断提升, 陆续在古生界较致密碎屑岩地层中获得天然气藏及凝析油的重大发现, 继而古生界较致密砂岩气藏已逐渐成为波斯湾超盆地油气勘探新领域。

1 区域地质

伴随着阿拉伯板块与非洲、欧亚板块的离散与碰撞, 波斯湾超盆地经历了多期构造旋回, 依据盆地动力学特征可以将其划分为 5 个主要阶段 (Burdon, 1982; Sharland 等, 2001), 其中古生代盆地构造演化主要经历了三个阶段, 自早到晚分别是早寒武系的基底拼合与裂谷盐盆阶段、奥陶系-早泥盆世古特提斯被动大陆边缘阶段、泥盆纪末-二叠纪末的古特提斯活动大陆边缘阶段。与盆地的构造演化活动相对应, 研究区沉积了一套较厚的海陆过渡相碎屑岩沉积地层, 形成多套砂泥岩匹配良好的储盖组合。

2 古生界储层特征

已钻井测井与测试资料显示, 泥盆系 Jauf Reservoir-D3B 与二叠系 Unayzah-Basekhuff 储盖组合, 是 Rub'Al Khali 盆地东北缘古生界地层最主要的两套碎屑岩储盖组合。其中泥盆系 Jauf-D3B 是海相砂岩与局限环境下沉积的灰质泥页岩储盖组合; 二叠系 Unayzah-Basekhuff 海陆过渡相河道砂岩、三角洲前缘砂岩与海相致密碳酸盐岩组合。而其中的泥盆世 Jauf 组海相砂岩与早二叠世 Unayzah 组河流相砂岩就是区域上古生代碎屑岩勘探“甜点”, 具备较好的勘探潜力。

Jauf 组地层是早泥盆世整个阿拉伯板块演化处于古特提斯洋被动大陆边缘演化阶段时期发育的滨浅海相地层产物, 地层厚度虽然不大, 但是该地层在研究区其横向展布较稳定。Jauf 组地层厚约 120m, 纵向上具有明显的两分性。上部是一套泥岩、泥质白云岩和粉砂岩互层段, 厚度介于 10-30m 之间, 具有一定的封盖能力, 区域上成为 D3B 层段, 是下伏 Jauf Reservoir 储层段的潜在盖层; 下部 Jauf Reservoir 储层段以砂岩为主, 岩性以灰白色中-细粒石英/岩屑砂岩为主, 分选好, 磨圆度较高, 但是固结度较低, 少数已钻井常规取芯已呈现散沙状。Jauf 组整套地层砂岩百分含量约 65%, 单砂层厚度较大, 毛厚度在 80-100m 之间; 净毛比高, 净毛比普遍大于 0.5, 具有较好的储集能力。综合岩心观察及测井相综合解释, 认为 Jauf 组发育滨浅海相沉积, 并可进一步划分为临滨和前滨两个亚相, 有利储层相带主要为前滨亚相海滩砂坝和临滨亚相浅滩砂坝。已钻井储层测井综合解释该套储层孔隙度大多为 10%-15%、渗透率大部分 10-100mD 之间。

钻井揭示早二叠世 Unayzah 组是一套砂泥岩互层的河流-三角洲相碎屑岩沉积地层。受控于区域

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 周健。

作者简介: 刘喜玲(1979-), 女, 地质工程师, 主要从事综合地质研究等油气勘探工作。邮箱: liuxl4@cnooc.com.cn

海西构造运动形成的高低起伏的、复杂地貌特征, Unayzah 组地层与下伏地层呈现不整合或假整合接触、与上覆 Khuff 组地层为整合接触。Unayzah 组地层厚度横向变化较大, 研究区内及周边已钻井揭示地层厚度介于 137-306m 之间, 平均厚度约 240m, 砂岩百分含量约 57%, 其中单砂体最大沉积厚度可达 170m。依据岩性及叠置特征的差异性, Unayzah 组地层在纵向上具有明显的三分性, 自上而下依次为 S1、S2、S3 三个段。S2、S3 段以河道砂岩发育, 其中 S2 段储层最为发育, 砂体粒度最粗, 可达到砂砾岩级别, 但分选和磨圆明显比 Jauf 组储层差; 岩性以浅色中-粗粒砂岩为主偶见砾级的石英砂岩, 分选中等、次圆状-次棱状, 是古生代主要有利勘探储层段; S1 段泥上部为致密碳酸盐胶结的砂岩和泥岩, 下部为细粒的粉砂岩与泥岩互层, 则构成 S2、S3 段的局部盖层。已钻井岩心照片观察显示取心段为一套粒序变化明显的正韵律、颜色以浅浅色为主的石英砂岩为主, 发育斜层理、交错层理, 为典型河流相沉积。储层主要为辫状河水道砂体、心滩沉积与三角洲平原亚相的分流河道砂和三角洲前缘水下分流河道砂、河口坝。储层的孔、渗物性相对较好, 孔隙度 5%—25%, 渗透率主体在 1-100mD。

通过对岩芯镜下观察与分析, 认为该区泥盆世

Jauf Reservoir 储层和早二叠世 Unayzah 组储层质量的成岩作用主要是成胶结作用与溶解作用。主要的胶结物为方解石和石英, 方解石呈连晶=斑状胶结, 可彻底破坏粒间孔隙, 但并非普遍存在。石英的胶结作用在 Unayzah 组比较发育, 呈次生加大的方式充填于粒间孔隙, 对孔隙的破坏较强。

溶解作用(溶蚀作用)在薄片下观察到的溶解作用主要为长石和极少不稳定矿物的溶解, 以及粘土杂基的溶解作用。长石的溶解作用可见长石部分溶解的现象。杂基的溶蚀作用在 Unayzah 组较为常见, 粒间充填的杂基具有明显的溶蚀作用, 孔隙中还残留有部分杂基, 这种溶蚀作用有利于次生孔隙的发育。

参考文献 / References

- 童晓光, 张刚, 高永生. 2004. 世界石油勘探开发图集(中东地区分册). 北京: 石油工业出版社.
- Sharland P R, Archer R, Casey D M, et al. 2001. Arabian plate sequence stratigraphy: GeoArabia special publication 2. Manama: Gulf Petro Link, 18.
- D. J. Burdon. 1982. Hydrogeological conditions in the Middle East. Q. J. eng. Geol. London, 1982 Vol. 25, pp. 71-82.