

百色盆地东部坳陷北部陡坡带岩性油气藏勘探研究

The Oil and Gas Accumulation Exploration of the North Scarp Zone in the Baise Basin

余宏忠^{1,3} 姜在兴¹ 朱明春² 王玉静²
Yu Hongzhong^{1,3} Jiang Zaixing¹ Zhu Mingchun² Wang Yujing²

(1. 中国地质大学(北京)能源学院 北京 100083; 2. 江苏石油勘探局 江苏扬州 225002;
3. 中国海洋石油总公司渤海石油研究院 天津塘沽 300452)

(1. Energy Coll., China Univ. of Geoscience, Beijing, 100083, China; 2. Jiangsu Petroleum Exploration Bureau, Yangzhou, Jiangsu, 225002, China; 3. Bohai Institute, CNOOC, Tanggu, Tianjin, 300452, China)

摘要 百色盆地东部坳陷北部陡坡带划分为构造型、岩性和复合型, 并已发现子寅、仑圩、塘寨、花茶四个油田, 已探明石油地质储量 827×10^4 t, 控制储量 12×10^4 t, 预测储量 49×10^4 t, 勘探已证实该区带是一个油气富集带。该区在始新世那读一百岗期发育一系列冲积扇、扇三角洲及湖底扇, 并在花茶地区分布有孔、缝、洞发育的三叠统灰岩, 且存在多层系、多类型的复合型有利含油气圈闭; 综合该区岩性油气藏的分布规律及其生储盖组合特征, 并对有利的勘探目标进行分析、评价优选, 各项证实了该区是岩性隐蔽油气勘探的最有利区块之一。

关键词 岩性油气藏 圈闭特征 成藏条件 那读组 百岗组 百色盆地

中图法分类号 P618.130.1

Abstract It has been found 4 oil and gas fields such as Ziyin, Lunyu, Tangzha and Huacha in the Baise Basin. And the explored capacity of this area is 827×10^4 t. The controled reserves is 12×10^4 t. The predicted reserves is 49×10^4 t. So this area is a oil and gas enrichment zone. A series of the alluvial fans, the delta fans and the sublacustrine fans has been discovered in Nadu and Baigang formations. The limestone in Triassic period developed with a lot of solution caves, pores and fractures. The favorable prospecting targets and lithological traps are analysed. And it is one of the most advantageous zones to find oil and gas accumulation of lithology.

Key words oil and gas accumulation of lithology, trap character, accumulating condition, Nadu formation, Baigang formation, Baise basin

百色盆地位于广西西北部, 地跨田东县、田阳县和百色市, 呈 NWW—SEE 向展布的狭长形, 长 109 km, 宽 714 km, 面积约 830 km²。区域构造上位于南盘江中生代早期坳陷区的东南端, 是一个受北西向右江大断裂控制, 在印支期中三叠统褶皱基底上发育形成的新生代内陆断陷盆地。现今盆地古近系底界最大埋深 3500 m, 最大剥蚀厚度大于 1500 m, 是一个典型的古近系残留型断陷盆地。盆地主要发育北西向和东北向两组断裂, 具有南北分带, 东西凹凸相间的构造格局。百色盆地油气勘探开发至今, 从剩余资源分布情况来看, 盆地东部坳陷北部陡坡带潜力最大, 是下一步岩性油气藏勘探的主战场。

1 百色盆地油气藏类型

盆地油气藏类型分断块、岩性、断块岩性及潜山灰岩油藏等类型^[1]。始新统百岗组油藏, 按姜在兴的百色盆地层序地层划分方法(姜在兴, 吴明荣. 百色盆地高精度层序地层及岩性油藏勘探研究. 中石化“十、五”先导性课题. 2003.), 即层序 I、层序 II 为始新统那读组, 层序 II 为始新统百岗组。层序 III 低位域扇三角洲砂岩为多层状低渗透砂岩油藏, 主要分布在北部陡坡带塘寨油田, 包括百 49、百 56、百 24 块等, 以及花茶油田, 油层埋深 500 ~ 2000 m, 油层层数 5 ~ 13 层, 单层一般厚 2 ~ 4 m, 孔隙度 14% ~ 18%, 渗透率 $30 \sim 50 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 其地质储量占盆地总储量的 26.1%, 原油产量占总产量 9.6%。层序 III 湖侵体系域和高位体系域三角洲、河流-三角洲砂岩形成构造-

岩性浅层气藏^[1], 已探明浅层气储量 $7.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

截止目前, 盆地已发现了那满、新洲、林逢等三个浅层稠油油藏, 仑圩、子寅、上法、塘寨、花茶、雷公和那坤 7 个油田以及坤 9、百 16、百 15、阳 2、色 5 等一大批含油气构造和出油点, 获石油探明储量 $1233 \times 10^4 \text{ t}$, 控制储量 $267 \times 10^4 \text{ t}$, 雷公和上法气田, 探明浅层气储量 $7.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。累计采油约 $170 \times 10^4 \text{ t}$ 。根据以圈闭成因为基础的油气藏类型划分原则, 结合油气藏基本形态, 总体上可将百色盆地油气藏划分为 3 大类 8 种基本类型, 但以地层岩性油气藏为主(表 1)。由此可见岩性圈闭和岩性复合圈闭油气藏在盆地分布比较普遍, 其应是盆地今后油气勘探的方向和重点^[3,4]。

表 1 百色盆地油气藏分类

Table 1 The types of Oil and Gas Reservoir in Baise Basin

类型 Types	亚类 Sub-types	实例 Example
构造型油气藏 Tectonic oil and gas reservoir	断鼻油气藏 Fault-nose oil and gas reservoir	百 5、百 66 Bai 5 Bai66
	断块油气藏 Fault-block oil and gas reservoir	雷公、百 23、阳 2、百 21 Leigong Bai23 Yang2 Bai 21
岩性油气藏 Lithology oil and gas reservoir	岩性尖灭油气藏 Lithology splinter oil and gas reservoir	百 22、坤 5、仑 16、仑 35 Bai 22 Kun5 Lun16 Lun35
	砂岩透镜状油气藏 Sand-lentoid oil and gas reservoir	百 44、仑 35-2 Bai 44 Lun35-2
	地层超覆油气藏 Beds-overlap oil and gas reservoir	百 56 Bai 56
复合型油气藏 Multiple oil and gas reservoir	灰岩潜山裂缝油气藏 Lime-buried hill-crack oil and gas reservoir	百 4、法 18 Bai 4 Fa18
	不整合-岩性油气藏 Unconformity-lithology oil and gas reservoir	仑 22、仑 4、法 8、法 3 Lun22 Lun4 Fa8 Fa3
复合型油气藏 Multiple oil and gas reservoir	断层-岩性油气藏 Fault-lithology oil and gas reservoir	仑圩 Lunyu
	断层-岩性油气藏 Fault-lithology oil and gas reservoir	坤 10、坤 9 块 Kun10 Kun9

2 北部陡坡带典型岩性油气藏分布规律

北部陡坡带现已有三维地震覆盖, 已发现子寅、仑圩、塘寨、花茶 4 个油田, 已探明石油地质储量 $827 \times 10^4 \text{ t}$, 控制储量 $12 \times 10^4 \text{ t}$, 预测储量 $49 \times 10^4 \text{ t}$ 。该地区在盆地沉积发育时期, 由北西西向右江断裂控制, 北部单边断陷沉积形成陡坡带。

2.1 仑圩地区岩性油藏

始新世那读期由于北部山间河流携带碎屑物入湖, 水道随湖盆变化而频繁迁移, 在陡坡带沉积发育一系列的冲积扇、扇三角洲及湖底扇等砂岩储集体,

这些扇体一般在北部沿湖岸边展布向南延伸。到了百岗期, 仍然继承性地沉积这类砂岩储集体, 共同形成了北部陡坡带主力储集层。已发现的仑圩油田、仑 16、百 49 等含油区块, 均属这一类扇体。仑 16 含油区是在单斜构造背景上, 砂岩沿上倾方向尖灭形成圈闭的岩性油藏, 地层倾角 $30^\circ \sim 40^\circ$, 储层属扇三角洲前缘河口砂坝沉积, 平面展布呈狭长条带状, 东西长达 2000 m, 南北宽仅 350 ~ 500 m, 含油面积 1.0 km^2 , 油层有效厚度 9.3 m, 探明储量约 $104 \times 10^4 \text{ t}$, 南部下倾方向具边水, 油藏高度达到 38.4 m(图 1)。目前已累计采油 $27.6 \times 10^4 \text{ t}$ 。

2.2 子寅-那养地区岩性油藏

该地区物源方向主要来自盆地北部山间河流, 洪水期带来的大量粗碎屑沉积物直接进入湖形成朵状扇三角洲或三角洲沉积, 其中的砂体是油气聚集成藏的主要场所, 这些砂体与湖相泥岩呈犬牙状接触, 有一定的分布范围, 容易形成岩性圈闭^[3]。北部陡坡带发育层序 II 湖侵体系域、高位体系域的扇三角洲或三角洲砂岩储层, 形成类似仑 35 块砂岩上倾尖灭岩性油藏, 仑 35 块含油区也是一个单斜构造背景上的断块-岩性油藏。该区储层倾角较陡, 约 $35^\circ \sim 40^\circ$, 上倾方向受断层和砂岩体尖灭因素控制, 属扇三角洲前缘水下分流河道砂和河口坝边缘砂。油藏含油面积 0.3 km^2 , 油层平均有效厚度 11.0 m, 油层平均孔隙度 20%, 含油饱和度 75%, 原油密度 0.85 g/cm^3 , I 类探明储量 $34 \times 10^4 \text{ t}$ 。油藏成因类型为砂岩上倾尖灭的岩性油藏。目前累计采油 $11.3 \times 10^4 \text{ t}$ (图 2)。因此, 该地区具有良好的勘探前景。目前, 该带中段勘探开发程度相对程度较高, 是盆地的主要油气生产主力区块之一。但该区带东段勘探程度低, 仅有少量探井, 如百 53 井、百 58 井、百 68 井和养 2 井。根据井筒和三维地震资料及储层研究, 百 52 井与百 68 井之间发育两个扇三角洲砂体, 物源来自盆地的北部, 砂体纵向和测向被泥岩封闭形成岩性圈闭, 两个扇体面积约 3.3 km^2 , 埋深 1500 m 左右。

2.3 花茶地区灰岩潜山油藏

北部陡坡带另一储集类型为花茶地区基底中三叠统灰岩。花茶地区构造形态呈台阶状, 中台阶和高台阶有灰岩分布, 灰岩古风化壳长期受侵蚀淋滤和后期构造作用, 孔缝洞发育, 有利于油气聚集成藏。灰岩上部的那读组泥岩, 既是生烃源岩, 又是有利盖层。北西西向高角度断层具有较好的遮挡作用, 可形成隐蔽油气藏地层圈闭灰岩古潜山圈闭。在该地区中台阶和高台阶已发现有灰岩潜山油藏, 且在其上部的那读组、百岗组两个目的层中也见到了油藏。

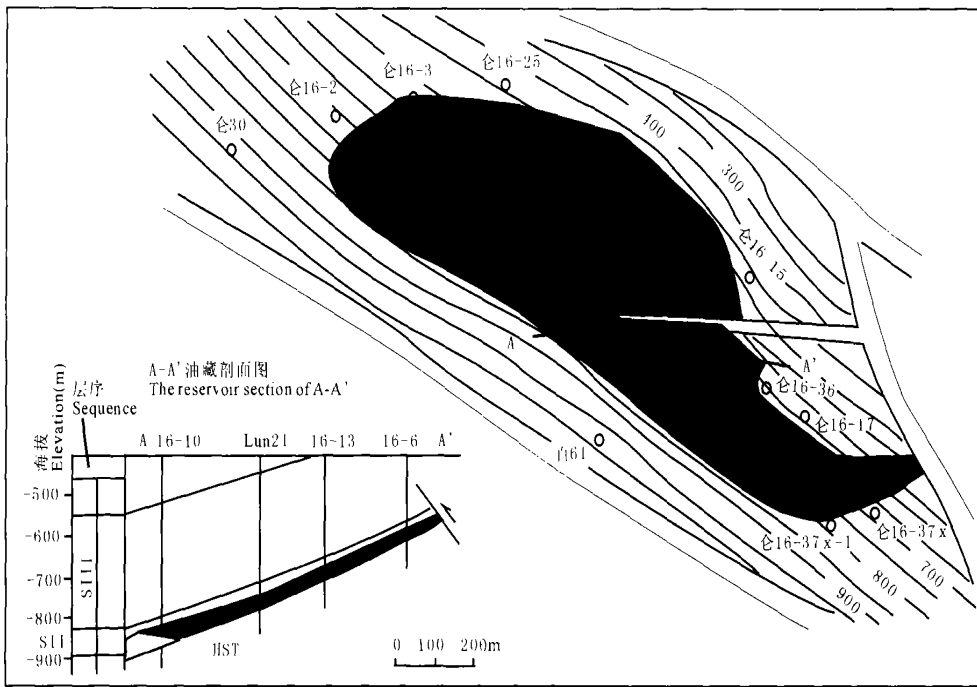


图 1 北部陡坡带仑 16 块油藏综合图

Fig 1 The integrated oil reservoir map of Lun 16 in the north scarp zone

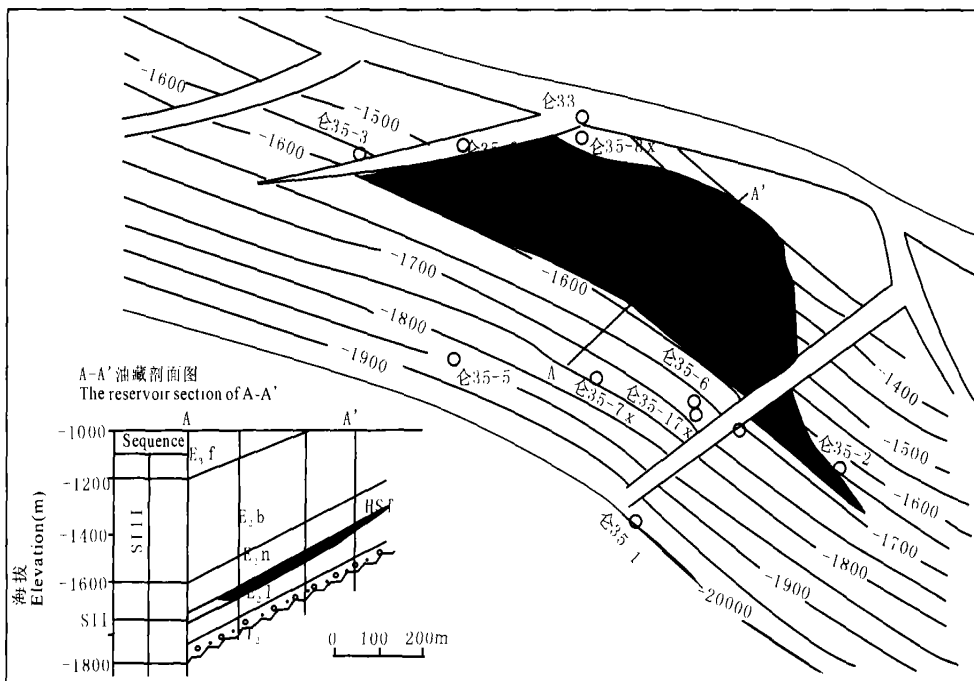


图 2 北部陡坡带仑 35 块油藏综合图

Fig 2 The integrated oil reservoir map of Lun 35 in the north scarp zone

3 岩性油气藏生储盖组合特征分析

3.1 源岩

北部陡坡带有效的烃源岩主要发育于那读-百岗期,其中那读组泥岩及百岗组下部泥岩是盆地主要的烃源岩。有机质类型 I 型、II₁ 型、II₂ 型及 III 型均有,以 II₁ 型为主。盆地演化断陷期,该区沉积了稳定厚层的褐灰色、灰色泥岩;坳陷期主要沉积砂岩

互层的含煤岩系,百岗组下部沉积较深湖相暗色泥岩。因此认为,北部陡坡带古近系以那读期烃源岩有机质丰度较高,多属好-较好烃源岩,次为百岗组下部。

3.2 储、盖层

百色盆地已发现油藏类型有断块、岩性、断块岩性及潜山型等几类。主要储集层为百岗组、那读组砂岩及基底灰岩。百岗组油藏多为层状低渗透砂岩油

藏, 储集类型主要为与泥岩、煤互层的扇三角洲砂岩。那读组主要为那三段和那二段底部含油, 油藏多为中渗透多层状砂岩油藏, 储集类型主要为三角洲砂岩。

根据基本石油地质条件的分析, 北部陡坡带具有较好的油气潜力。另外, 作为一个残留型盆地, 勘探实践已经证明, 后期的构造改造并没有将油气全部破坏, 油气经过复杂的、特定的演化过程, 有一定的数量聚集成藏, 并保留至今。百色盆地经过数十年的勘探过程, 部分区块的研究已经比较成熟。同时也看出, 已发现油气藏类型除基底潜山类以外, 古近系油藏多为断块型、断块复合型。根据各层序沉积体系的展布, 北部陡坡带主要发育三角洲、扇三角洲体系。

从储集层分布特征来看, 层序 I、层序 II 低位域砂体具有分布面积广、厚度不大但较稳定, 储集性能良好的特点。层序 II 低位域储集层特征与前两者相似, 而厚度较大, 呈互层分布。与层序 I、层序 II 相比较, 层序 III 湖侵域、高位域砂质含量大大增加, 分布范围广, 多与泥岩互层产出, 夹煤层及碳质泥岩。北部陡坡带各层序低位域砂体已经被证明是最有利的储集体, 并且已有相当可观的产量(图 3)。

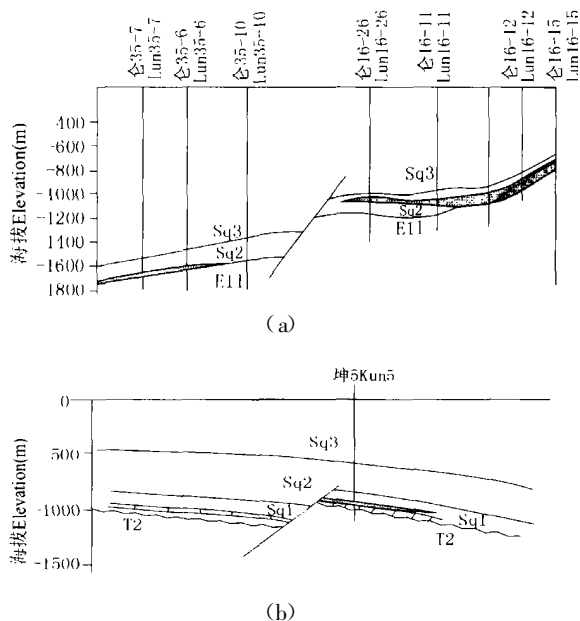


图 3 低位域油藏特征

Fig. 3 The reservoir characteristic of the lowstand system

(a) 子寅油藏; (b) 坤 5 油藏。

(a) The reservoir of Ziyin; (b) The reservoir of Kun5.

4 岩性油藏勘探目标分析与评价

4.1 岩性圈闭识别

利用三维地震资料对岩性油气藏发育区带的勘探目标进行特殊处理, 结合沉积体系、沉积相和微相、物源方向、古水流等对岩性油气藏发育的重点勘探目

标进行综合研究, 识别出岩性圈闭。

4.2 储层预测⁹

根据北部陡坡带地层岩性组合及储层的分布特征, 主要选用下列储层预测技术手段: a、地震相干技术; b、宽带波阻抗约束反演技术; c、模式识别技术; d、综合约束地震反演技术。对勘探目标区带进行储层横向预测。

4.3 盖层研究

层序 II 湖侵体系域和高位体系域发育有巨厚、质纯的泥岩、钙质泥岩, 分布范围广, 横向分布稳定, 是盆地内良好的区域盖层。层序 II 的各个体系域都发育了具有一定厚度的泥岩, 有一定的分布范围, 是盆地的局部盖层。

4.4 断层封堵研究

利用常规方法和断层封堵性评价软件, 对重点岩性圈闭的边界断层纵向及沿断层面的封堵性进行研究。

5 岩性圈闭评价优选

综合分析了岩性油气藏重点区带和勘探目标区, 在盆地中共发现岩性圈闭 21 个, 其中油岩性圈闭 10 个, 气 11 个。北部陡坡带存在有多层系、多类型的复合型油气藏, 是百色盆地隐蔽油气藏勘探的最有利区块之一, 在陡坡带沉积发育了一系列的冲击扇、扇三角洲及湖底扇等砂岩储集体, 这些扇体一般在北部沿湖岸展布向南延伸, 到了百岗期, 仍然继承性的沉积了这类砂岩储集体, 共同形成了北部陡坡带主力储集层。通过圈闭描述、评价和优选, 共优选出 I 类岩性圈闭 11 个, 其中油圈闭 3 个, 气 8 个。这些岩性圈闭主要分布在东部坳陷北部陡坡带花茶-子寅地区、子桑-六地区, 同时在盆地的中央断凹带、南部斜坡带上法地区以及雷公地区也有所发现。

参考文献

- 姜在兴. 沉积学. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- 杜振川, 等. 百色盆地早第三纪高分辨率层序地层特征及聚煤作用. 煤炭学报, 2001(5): 463467.
- 劳波特 E 金编. 地层圈闭油气藏(上册)—勘探方法. 陈发景, 等译. 石油工业出版社, 1977.
- 劳波特 E 金编. 地层圈闭油气藏(下册)—实例. 陈发景, 等译. 石油工业出版社, 1977.
- 邓宏文, 王洪亮, 翟爱军, 等. 中国陆源碎屑盆地层序地层与储层展布. 石油与天然气地质, 1999, 20(2): 108114.
- 樊太亮, 李卫东. 层序地层学应用于陆相油藏预测的成功实例. 石油学报, 1999, 20(2): 1217.

(责任编辑: 黎贞崇)