

文章编号: 1001 - 6112(2006)02 - 0113 - 04

广西百色盆地油气系统

王连进¹, 吴冲龙¹, 李绍虎¹, 毛小平², 李 星¹

(1. 中国地质大学 资源学院, 武汉 430074; 2. 中国地质大学 能源学院, 北京 100083)

摘要: 广西百色盆地是在海相中三叠统基底上发育起来的第三纪陆相断陷盆地。对盆地油气系统要素进行了深入分析, 用“四图一表”表示。研究结果表明, 盆地内存在那读组和百岗组 2 套烃源岩, 有较好的储集层和 3 套盖层以及较厚的上覆岩层, 生储盖组合良好, 但盆地成型后的构造作用使其保存条件遭到了极大破坏, 因此勘探实践揭示的油气情况并不十分理想。

关键词: 那读组; 百岗组; 油气系统; 百色盆地

中图分类号: TE122

文献标识码: A

1 地质概况

百色盆地位于广西壮族自治区西部百色、田阳、田东县境内, 东经 106°24' ~ 107°21'、北纬 23°28' ~ 23°55' 之间, 大致呈 NWW—SEE 走向, 沿右江狭长分布(图 1)。盆地长 109 km, 宽 7~9 km, 面积约 830 km², 是一第三纪内陆断陷盆地, 构造上为北陡南缓且被断裂复杂化了的不对称向斜。自古新世以来, 百色盆地经历了断陷、拗陷和萎缩 3 个发育阶段, 先后沉积了六组组 (E₁l)、洞均组 (E₂d)、那读组 (E₂n)、百岗组 (E₃b)、伏平组 (N₁f)、建都岭组 (N₁j)、长蛇岭组 (N₂ch) 等地层。其中那读组、百岗组为盆地内最重要的含油气地层单元, 尤其那读组是盆地内分布范围最广、厚度最大和层位最稳定的烃源岩发育层位。该地层单元是右江断裂带左行走滑拉分和基底断陷沉降最活跃时期

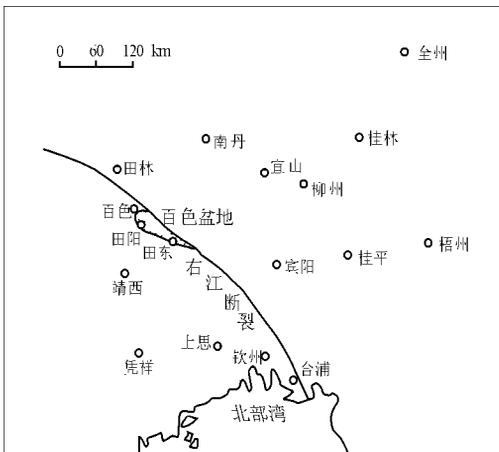


图 1 百色盆地地理位置

Fig. 1 Location of the Baise Basin

沉积的, 因而岩性、岩相和厚度在全盆范围内变化极大^[1]。

2 油气系统基本要素

2.1 烃源岩

百色盆地烃源岩主要是断陷期沉积的那读组三段、二段和一段泥岩以及拗陷早期沉积的百岗组下部泥岩^[2], 其中那读组泥岩是最为有利的烃源岩。

2.1.1 烃源岩形成的地质条件

那读组泥岩主要形成于断陷发育期, 在东部田东拗陷以褐灰色、灰褐色泥岩为主, 呈厚层状分布, 局部夹砂岩和粉砂岩, 属深湖—半深湖—浅湖相沉积; 在西部莲塘拗陷以砂、泥岩互层和三角洲—泛滥平原相为主。那三段沉积中心位于西部莲塘拗陷, 钻井揭示最大厚度 351 m。那二段和那一段沉积中心迁移至东部田东拗陷, 钻井揭示最大厚度分别为 600.5, 517 m。

百岗组形成于盆地拗陷早期, 是一套以砂泥岩和煤互层为主的地层, 仅在早期拗陷中部发育半深湖、浅湖相, 沉积了以暗色泥岩为主的地层。沉积中心位于东部田东拗陷, 钻井揭示最大厚度为 124.5 m。

古生物组成研究表明, 那读组烃源岩古生物丰富, 有机质来源充足, 为最有利的烃源岩; 百岗组地层中以陆源植物为主, 也有一定的水生生物发育, 有机质来源较之那读组略差。

2.1.2 烃源岩有机质类型和丰度

前人^[2-4]研究成果表明: 东部田东拗陷那读组烃源岩以 I 型为主。西部莲塘拗陷那三段以 I 型

收稿日期: 2005 - 06 - 06; 修订日期: 2006 - 01 - 28。

作者简介: 王连进 (1975—), 男 (汉族), 甘肃静宁人, 博士、讲师, 主要从事石油地质教学和研究。

为主,江泽至冻帮以南为 Ⅰ型;那二段主要为 Ⅱ型,其次为 Ⅲ型和 Ⅳ型。百岗组多为 Ⅱ型和 Ⅲ型。

就有机质丰度而言,总体上那读组烃源岩属于好的烃源岩,而百岗组较差。那读组烃源岩分布也呈现出东部丰度高、西部丰度较低的特点。

2.1.3 有机质热演化

黄绍甫等^[2]认为:那读组生油岩可以划分为未成熟(埋深 < 1 800 m,相应地温 < 84.2 °C)、低成熟(埋深 1 800 ~ 2 120 m,地温 95.1 °C)和成熟(埋深 > 2 120 m,地温 > 95.1 °C)3个阶段。其中未成熟阶段有机质演化是以大量脱氧而相对富氢为特征的,是有机质成烃的准备阶段。低成熟阶段以干酪根降解成烃为主,而脱氧作用结束。这一阶段氢指数从 200 mg/g 增加至 500 mg/g,而氧指数则从 100 mg/g 下降至 50 mg/g。成熟阶段的演化特征表现在各参数值迅速增大并稳定在成熟范围内,该深度以下的生油岩特征接近成熟的原油。

同时,各项地化分析资料也表明,百岗组生油岩热演化程度较低,尚未达到腐殖型有机质成烃所需的热力条件。百岗组大部分暗色泥岩尚处于未成熟阶段,只有埋深较大的田东坳陷可能存在局部进入低熟阶段的暗色泥岩。

2.2 储集岩

2.2.1 岩石学特征

那读组和百岗组的储层都以粉砂岩和细砂岩为主。那读组砂岩主要在盆地边部发育,仑圩—子寅地区石英含量一般仅 50%左右,长石 15%~18%,岩屑 10%。百岗组砂岩石英含量一般为 82%~95%,长石仅 3%~8%,岩屑 4%~11%。砂岩颗粒分选一般较好,次圆—次棱角,胶结物以泥、钙质为主,普遍含少量硅质,百岗组底部硅质含量最高可达 2%~7%。

灰岩储层主要分布在田东坳陷上法地区。岩石类型主要为纯灰岩类、白云岩类、灰岩—白云岩过渡类和不纯灰岩类。

2.2.2 储集层孔隙类型

百色盆地砂岩储层孔隙类型主要有:1)次生粒间溶孔,物性较好,主要分布在分选好、基质含量低的那读组砂岩与粉砂岩中;2)溶解微缝,仅次于次生粒间孔,主要出现在分选差但基质含量低的砂岩中,微缝常成组出现且沟通溶孔;3)原生粒间孔,分布在分选好、杂基少的砂岩中,有的石英次生加大造成原生孔隙缩小;4)晶间孔,发育于杂基或钙质胶结物含量高的储层中。

碳酸盐岩储集类型有孔隙、裂缝和溶蚀孔洞 3

大类。其中裂缝和次生溶蚀孔洞是上法地区碳酸盐岩储层的重要渗滤通道和储集空间。

2.2.3 储集层综合评价

孔隙度 > 15%、渗透率 > $50 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的细粒砂岩、细砂岩以及含砾砂岩等在百岗组和那读组地层中广泛发育,是比较好的储集类型。同时,上法地区潜山中的灰岩孔隙类型也主要以裂缝—孔隙型和缝洞—孔隙型为主,测试点孔隙度和渗透率数值表明其储集性能也比较好。

2.3 盖层

百色盆地存在那读组泥岩、百岗组泥岩和伏平—建都岭组泥岩夹薄层粉砂岩 3套盖层。

2.3.1 那读组泥岩盖层

那读组是盆地断陷期半深湖—深湖沉积环境的产物。主要沉积泥岩、钙质泥岩、粉砂质泥岩和含粉砂泥岩等。那读组泥岩在全盆地连续分布,在田东坳陷泥岩所占比例达 80%以上,泥岩累计厚度为 200~600 m;在西部莲塘坳陷泥岩也厚达 200~300 m,它们既是良好的烃源岩,也是很好的区域盖层。30口井 X—衍射样品分析表明,泥岩的粘土矿物成分以高岭石和伊利石为主,平均值分别为 39.5%和 33.5%,含少量绿泥石和伊/蒙混层。

2.3.2 百岗组泥岩盖层

百岗组沉积期,为滨浅湖、三角洲和河流相沉积,岩性主要为灰、灰白、灰绿色砂、泥岩不等厚互层夹煤层。百岗组泥岩普遍含砂,泥岩厚度比例为 40%以上,主要为坳陷部位,累积厚度 150~420 m,为局部盖层。百岗组泥岩粘土矿物成分也以高岭石和伊利石为主,次为绿泥石和伊/蒙混层。

2.3.3 伏平—建都岭组泥岩盖层

伏平组地层中上部岩性为灰绿色、杂色泥岩夹薄层灰绿色粉砂岩;下部为灰色、灰绿色泥岩、粉砂岩夹煤层,厚 300~450 m。建都岭组地层岩性主要为深灰色、灰绿色泥岩、粉砂质泥岩与粉砂岩不等厚互层,中上部和底部为浅灰色、黄色中层状、厚层状细砂岩,厚 200~800 m。这 2组地层仅分布于盆地较深部位,即东部田东坳陷和西部六塘坳陷,泥/地比值高,为优质盖层。

2.3.4 盖层综合评价

百色盆地百岗组和那读组泥岩盖层的突破压力以及盖层突破压力与储层压力之差均 > 20 MPa,对油气都具有良好的封堵性,均为 I类盖层。伏平—建都岭组地层是很好的局部盖层。

2.4 上覆岩层

上覆岩层主要是一套沉积岩,是指上覆于烃源

岩的所有岩层。上覆岩层对油气的生成、运移与聚集以及圈闭的形成都相当重要。只有当上覆岩层足够厚时,其下伏烃源岩才能达到成熟并生烃,也才能使沉积盆地内有烃类运移与聚集过程发生。

百色盆地烃源岩为百岗组和那读组,则百岗组以上的地层,即百岗组、伏平组、建都岭组以及长蛇岭组和第四系地层都属于上覆岩层,最大厚度可超过 2 800 m,地质年代为 40 Ma 至今。从百色部分地区(譬如花茶—懂舍)局部构造要素看,除个别构造部位(百 10 井墙角、右江林场北断鼻等)埋深较小外,那读组、百岗组大部分地层埋深在 220 ~ 1 300 m 之间,如果换算成古埋深,应该在 1 000 ~ 2 000 m 之间。说明百色盆地上覆岩层在局部地区还有一定规模,只不过由于整个盆地地温梯度较低,可能对有机质的演化有一定影响。

2.5 圈闭

百色盆地主要有背斜、断鼻、断块、岩性和墙角 5 类圈闭,通过对其油源、储层、保存、生储盖配套史综合分析后认为,盆地东、西部圈闭条件有明显差异,百岗组和那读组有明显的不同。盆地西部地区在百岗组沉积初期开始生油,百岗组沉积期末达到排油高峰;东部地区排油高峰出现在建都岭组沉积末期,这时盆地受挤形成了现今的大部分圈闭。那读组圈闭为自生自储,而百岗组圈闭为下生上储。因此,圈闭条件总体上东部好过西部,那读组优于百岗组。

3 油气系统

3.1 埋藏史图

尽管不同研究者^[5]对百色盆地烃源岩有机质初始生油的认识存在差异,但都认为相对埋藏更深的那读组较百岗组早进入生油门限。笔者通过对百 20 井的单井埋藏史分析,认为该埋藏史基本能够代表百色盆地东部地区田东坳陷的沉积中心发育史。该埋藏史图表明,那读组烃源岩和百岗组烃源岩都在渐新世末期达到最大埋深,之后遭受抬升、剥蚀(图 2)。

3.2 油气系统平面图

百色盆地已知油气显示在平面上的分布特征如图 3 所示,可以看出,油气大多分布在东部地区靠近盆地北部边界的地方,田东坳陷上法地区也有比较可观的油气发现。盆地西部地区基本上属于“贫油”区,可能与该地区地层在后期遭受了更强烈的抬升剥蚀有关。

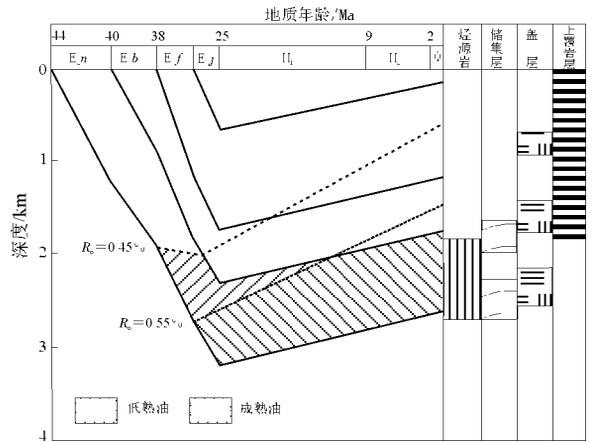


图 2 百色盆地百 20 井埋藏史

Fig. 2 Burial history of the Well Bai 20 in the Baise Basin

3.3 油气系统剖面图

百色盆地油气运移通道主要以断裂为主,其次为侧向运移。盆地内断裂非常发育,许多断层在盆地形成早期对油气起通道作用,而到后期则起封堵作用。盆地内油气的生、排、运、聚过程基本上被那塘凸起分隔成 2 个相对独立的体系。总体上,盆地东部的油气条件要好于西部(图 4)。

3.4 油气系统事件图

在讨论了盆地的烃源岩、储集岩、盖层、上覆岩层、圈闭性质等油气系统的各个要素之后,就可以编制出百色盆地的油气系统事件图(图 5)。该图表明,盆地内存在 2 套烃源岩,有较好的储层,3 套有一定厚度的盖层以及较厚的上覆岩层,生储盖组合良好。那读组生油岩在距今 24 Ma 左右,即渐新世晚期达到生油高峰。

3.5 烃类聚集表

石油主要聚集在盆地东部田东坳陷的坡圩、花茶、东加以及上法等地区,而天然气主要聚集在田阳县附近的雷公、田东县附近的伏平、伏平西以及上法等地区(表 1)。

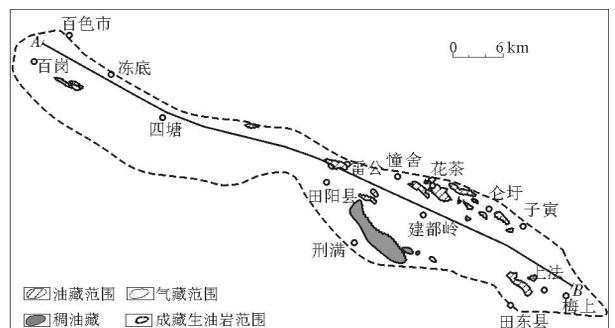


图 3 百色盆地油气系统平面图

Fig. 3 Plane map of petroleum system in the Baise Basin

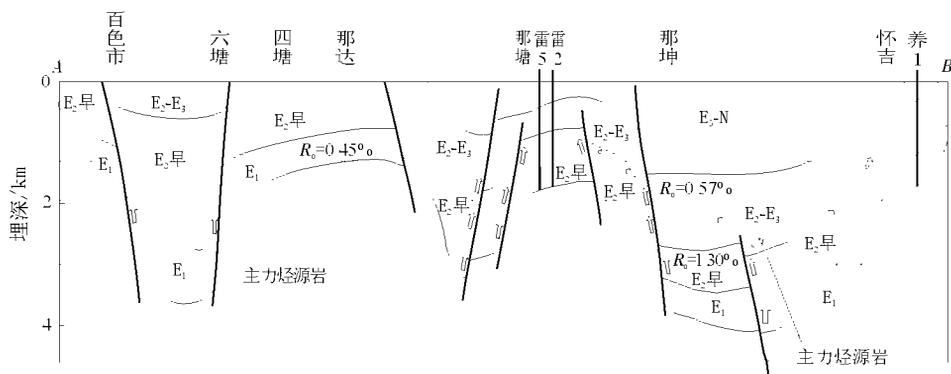


图 4 百色盆地油气系统剖面

Fig. 4 Cross section of petroleum system in the Baise Basin

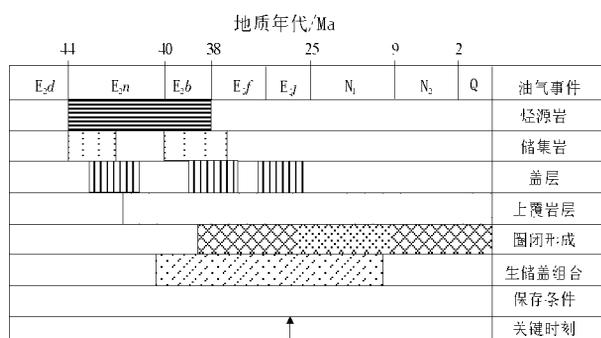


图 5 百色盆地油气系统事件

Fig. 5 Petroleum system events of the Baise Basin

4 结论

百色盆地是一个面积小而含油气性非常复杂的盆地,油气系统研究表明其具有丰富的烃源岩、良好的储集岩、3套具一定厚度的盖层以及比较厚的上覆岩层,理应油气储量丰富。但是,已有的勘探开发现状表明,百色盆地油气前景并非如理论揭示的那么可观,主要存在几方面的不利因素。

1) 百色盆地总体上地温梯度较低,加上热流值比较低,因此即使在埋藏最深的部位,烃源岩也不一定发育成熟。

2) 百色盆地本身是一个走滑盆地,盆地内部被级别不等、期次不同的断裂高度复杂化,断层更多充当油气运移通道的角色,因此大部分油气已经逸散到地表。

3) 百色盆地是典型的残留盆地,盆地形成后遭受了非常强烈的抬升剥蚀,破坏了盆内的油气盖层,并且由此引起的地层孔隙压力释放也导致了油气的散失。

4) 百色盆地圈闭类型十分复杂且圈闭面积较小,这在一定程度上给油气勘探工作带来了难度。

表 1 百色盆地烃类聚集

Table 1 Petroleum system in the Baise Basin

圈闭	埋深/m	面积/km ²	资源量	
			石油/ 10 ⁴ t	天然气/ 10 ⁸ m ³
东加岩性	2 400	7.30	236	—
色 1	0	3.13	162	—
上那爷	160	1.77	152	—
凤凰	200	4.35	136	—
冻帮	300	4.17	130	—
坡圩	700	2.38	127	—
破虫	900	2.20	115	—
上那爷南	250	1.21	104	—
甫圩	2 000	1.35	76	—
坤 17 北	500	1.34	67	—
百 66 南	1 450	1.32	66	—
法 18 南	1 400	0.59	55	—
六塘	500	0.98	50	—
那笔	550	0.84	42	—
花茶南	1 480	1.00	42	—
那生	400	1.29	40	—
法 8 西	1 410	0.54	37	—
田阳东	450	0.67	33	—
林蓬西	500	0.57	17	—
梅上东	500	0.45	14	—
伏平西	600	3.12	—	3.7
雷公	450	3.50	—	3.4
伏平	500	1.55	—	1.8
上法	600	1.24	—	1.5
香炉	400	1.08	—	1.3
果 2 东	1 250	0.98	—	0.9
7416	450	0.71	—	0.7
上法西	400	0.50	—	0.6
合计		50.13	1 701	13.9

(下转第 122 页)

the fault-lithologic reservoir dominate over others. In Zhaowa-Anpeng region, the updip pinch-out reservoir and the lenticular turbidite reservoir are the major categories. In Xiaermen area, the fault-lithologic reservoir precedes. Near the large boundary faults, a small quantity of the unconformity reservoir and the buried hill bedrock reservoir have also been drilled. The formation and distribution of subtle reservoirs in this region are controlled by various factors, such as the palaeotectonic setting, the migration pathway of hydrocarbon and the source-reservoir-caprock assemblage, of which the fault as a migration pathway of hydrocarbon is the major factor to control the hydrocarbon occurrence. It is significant for the oil and gas exploration to recognize the hydrocarbon-forming model and its primary controlling factor in different area.

Key words: subtle reservoir, hydrocarbon migration pathway; the southern steep slope zone, the Biyang Sag; the Nanxiang Basin

(上接第 116 页)

致谢:中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所提供了大量宝贵资料,江兴歌高级工程师、张渝昌教授以及陈拥锋、王再锋等人对此文也有很多贡献,在此深表感谢!

参考文献:

- 1 彭 军,郑荣才,陈景山等.百色盆地那读组层序地层分析与生储盖组合[J].沉积学报,2002,20(1):106~111
- 2 黄绍甫,阙慧娟.百色盆地第三系陆相生油岩地球化学特征[A].见:杨万里,石宝珩,高瑞祺编.中国含油气盆地烃源岩评价[C].北京:石油工业出版社,1989.517~530
- 3 阙慧娟.广西百色盆地第三系暗色泥岩有机质类型研究[A].见:张义纲编.第三届有机地球化学会议论文集[C].北京:地质出版社,1986
- 4 阙慧娟.百色盆地第三系气源岩有机地化特征[J].广西石油地质与勘探,1989,20(2):42~57
- 5 廖宗廷,江兴歌,李 冉等.广西百色盆地构造—热演化初步研究[J].石油实验地质,2005,27(1):18~24

PETROLEUM SYSTEM OF THE BAISE BASIN, GUANGXI PROVINCE

Wang Lianjin¹, Wu Chonglong¹, Li Shaohu¹, Mao Xiaoping², Li Xing¹

(1. School of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074, China;

2. School of Energy, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: The Baise Basin in Guangxi Province is a Tertiary fault-depressed hydrocarbon basin of continental facies developed in the Triassic basal of marine facies. The essential elements of petroleum system (from source to trap) are thoroughly studied, and then 'four charts and one table' are illustrated to express the basin explicitly so as to help further hydrocarbon exploration and development. There are two sets of source rocks, namely the Nadu Formation and the Baigang Formation, with fine reservoir and caprocks, forming good assemblage of generation, reservation and capsulation, yet the tectonic activities subsequently reconstructed the basin preservation greatly, therefore hydrocarbon exploration in the basin is far from satisfaction.

Key words: the Nadu Formation; the Baigang Formation; petroleum system; the Baise Basin