

文章编号: 0253- 9985(2004) 02- 0139- 05

西藏羌塘盆地古油藏发现及其意义

王成善¹, 伊海生^{1, 2}, 刘池洋³, 李亚林², 邹艳荣⁴, 伍新和², 邓 斌², 杨兴科³

(1. 成都理工大学“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室, 四川成都 610059; 2. 成都理工大学沉积地质研究所, 四川成都 610059; 3. 西北大学地质系, 陕西西安 710069; 4. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东广州 510640)

摘要: 古油藏带位于羌塘盆地中央隆起带南部羌南坳陷比隆错- 昂达尔错地区, 东西长 100 km, 南北宽 20 km, 为一狭长湿状油苗群, 露头上岩石的颜色呈暗褐色、褐灰色, 为中侏罗统布曲组的白云岩。沉积环境以生物礁组合为主。经对比, 古油藏油气主要来源于下侏罗统烃源岩。生烃过程模拟反映羌塘盆地有两次生排烃过程, 第一次发生在 140~ 150 Ma, 第二次发生在 20 Ma 至现今。古油藏带的发现进一步说明了羌塘盆地具有良好的油气远景。

关键词: 西藏; 羌塘盆地; 古油藏带; 油气远景; 有机地球化学

中图分类号: TE112 文献标识码: A

Discovery of paleo-oil reservoir in Qiangtang basin in Tibet and its geological significance

Wang Chengshan¹ Yi Haisheng^{1, 2} Liu Chiyang³ Li Yalin² Zou Yanrong⁴
Wu Xinhe² Deng Bin² Yang Xingke³

(1. Key Laboratory of Reservoir Geology & Development Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan; 2. Research Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan; 3. Geology Department of Northwest University, Xi'an, Shaanxi; 4. Guangzhou Geochemistry Research Institute of China Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong)

Abstract: Palaeo-oil reservoirs are distributed in a narrow belt, 100 km long in E-W direction and 20 km wide in S-N direction, in Bilongco-Angdarco area of Qiangnan depression in the southern part of the central uplift zone of Qiangtang basin. They are exactly a group of oil seepages. The outcropped rocks are the Middle Jurassic Buqu Fm., dark brown and brownish gray dolomite. They are deposited mainly as biohermal complex. Correlation shows that hydrocarbons in the palaeo-oil reservoirs have been sourced mainly from Lower Jurassic. Modelling of hydrocarbon generation process indicates that there have been two hydrocarbon generation and expulsion processes, one in 140- 150 Ma and another since 20 Ma. The discovery of the palaeo-oil reservoir belt further verifies that Qiangtang basin has good petroleum prospect.

Key words: Tibet; Qiangtang basin; palaeo oil reservoir; petroleum prospects; organic geochemistry

西藏石油地质研究及勘探工作始于 20 世纪 50 年代, 其工作重点是伦坡拉盆地。1982 年地质矿产部高原地质调查大队羌塘综合地质考察队对该区进行综合地质填图工作, 发现了著名的比隆错油页岩^[1], 随后陆续发现了众多油气显示点(苗), 经统计共有 150 余处^[2, 3]。其中比较重要的

有隆鄂尼* 和昂达尔错** 两个油藏点。在上述成果分析的基础上, 我们于 2000 年对该区又开展了野外科学考察, 采取走向追索, 横向穿插, 垂向精测的方式, 在羌塘南部发现了空间上呈 NWW-SEE 带状展布, 延伸长度大于 100km 的古油藏带, 显示了该盆地有较好的油气远景。

* 王岫岩, 滕洪玉. 西藏羌塘盆地双湖地区区域石油地质调查报告(下). 大庆石油学院, 1995

** 南京大学. 青藏地区羌塘盆地区域石油地质调查报告(下). 1997

基金项目: 国家重点基础研究计划青藏项目[羌塘盆地演化与油气远景](G1998040804)

第一作者简介: 王成善, 男, 53 岁, 教授(博士生导师), 沉积盆地分析及石油地质

收稿日期: 2004- 04- 07

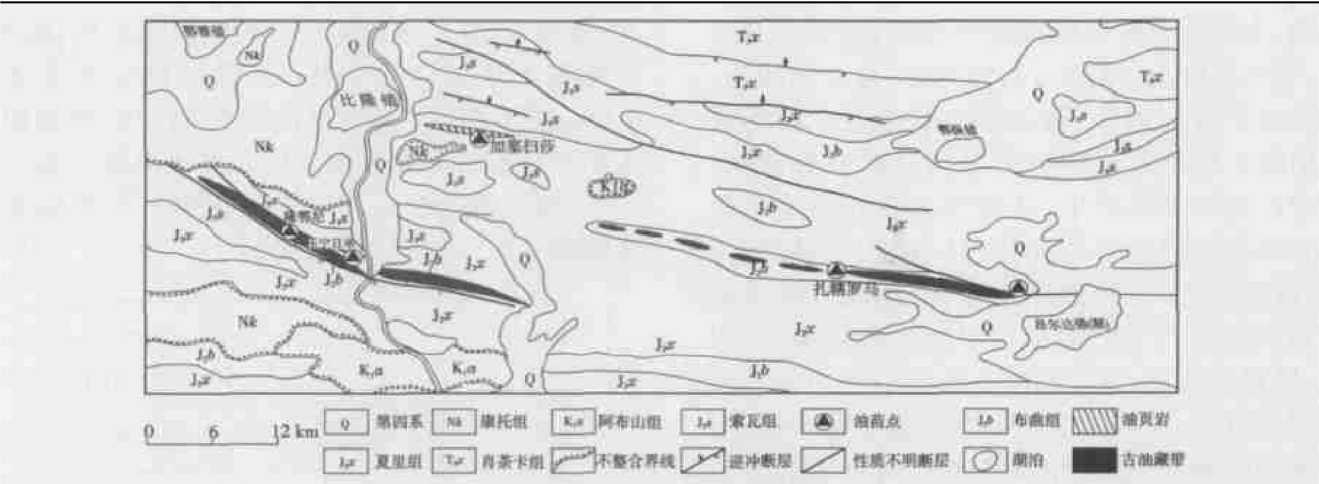


图 2 古油藏带位置图

Fig. 2 Location map of palaeo-oil reservoir belts

日- 晓嘎晓那- 托辖罗马(西部端点坐标为东经 $89^{\circ}18'$, 北纬 $32^{\circ}45'$), 东西长约 35 km, 南北宽约 1 km, 再向西可与比隆错油页岩及油浸石膏层相连。含油层赋存层位与南带相似, 亦为一套灰白色灰质白云岩地层, 产出层位为中侏罗统布曲组, 地貌上呈东西向低缓的线状山脊。该油藏构造上位于日尔尔保背斜南翼, 东部含油层可见两个层位, 厚度分别为 22 m 和 20 m, 区域分布极为稳定, 在东西 35 km 范围内都可见到。含油岩石为灰质白云岩, 砂糖状晶粒结构, 油浸成灰黑、黑色。油层顶底板及夹层为灰白色生物礁灰岩、介壳灰岩及叠层石灰岩, 亦见有黑色油渍、油斑。

2.2 构造特征

在比隆错- 昂达尔错地区, 白垩系阿布山组不整合于侏罗系之上, 而且二者变形程度存在明显差异, 表明侏罗纪构造层褶皱变形主体形成于侏罗纪末, 并成为油气的存储空间。古油藏带分布于昂达尔错- 扎辖罗马- 压宁日举和隆鄂尼背斜核部, 古油藏就产于该背斜核部 J_{2b} 地层中(图 3)。由于后期构造作用使得背斜抬升, 暴露地表, 背斜轴部——古油藏的盖层 J_{2x} 灰绿色泥质砂岩

大部分遭受剥蚀, 使古油藏直接暴露于地表, 油气部分散失, 因此在地表可以直接见到油气显示。

2.3 沉积特征

含油层主要见于晶粒白云岩中, 白云岩的晶粒大小不等, 从巨晶到细晶, 显示了成岩晚期的特点。含油层的白云岩赋存于生物礁组合中, 沉积相组合为泻湖、潮坪、介壳滩、生物礁和礁前斜坡形成的礁前塌砾(图 4), 白云岩沉积于潮坪相中。生物礁层中可鉴别出一系列海绵类、苔藓虫及藻类等造礁生物, 其岩石类型为生物灰岩和粘结岩。

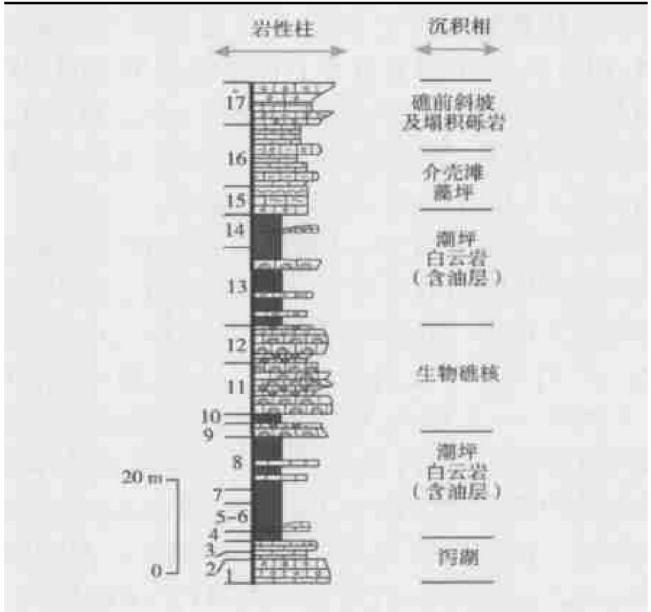


图 4 昂达尔错含油层剖面图

Fig. 4 Lithologic section of oil-bearing formation in Angdaerco

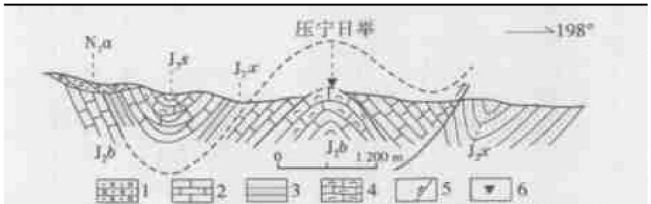


图 3 比隆错- 昂达尔错地区区域地质图

Fig. 3 Regional geologic map in Bilongco-Angdaerco area

- 1—砂砾岩; 2—灰岩; 3—砂岩; 4—生物碎屑灰岩;
- 5—逆断层; 6—古油藏产出位置

2.4 油气特征

据荧光显微镜观察, 含油层位普遍存在荧光显示, 且有明显的两个期次。南带古油藏荧光颜

色单调,主要呈黄绿色和黄色,少数为兰绿色及黄橙色,荧光强度高,以油质沥青为主,且油质较轻,通常分布于岩石的孔、洞、缝中,是经过二次运移后富集的。早期形成的沥青呈浸染状或弥散状,分布于白云岩晶粒之中,通常发褐色和棕褐色荧光。北带含油白云岩荧光颜色以淡兰、淡绿色为主,淡黄色次之,发光强度中等,油质沥青几乎遍布岩石的各类孔、洞、缝中。早期沥青灰褐色、深褐色、黑褐色荧光,见于晶间孔或浸染于白云石晶体内部和边缘。同时,含油层中烃类包体丰富,观察到液态烃相、气态烃相及二者共同组成的有机包裹体。

2.5 有机地球化学特征

我们在羌塘盆地古油藏带共选取了 237 个原油样品和 130 个油气包裹体样品。原油运用薄层色谱分离技术分析原油的组成、成分含量,我们把原油分成 4 个组分(饱和烃、芳烃、非烃和沥青质),饱和烃进行了质谱分析,包裹体样品进行了均一温度测定。所有的分析全部在中国科学院广州地球化学研究所进行。

分析结果表明,古油藏带的南带以昂达尔错为代表,经分析其原油 $\delta^{13}\text{C}$ 为 -2.47% ~ -2.65% ,原油单体烃同位素均分布在 -2.646% ~ -3.212% 。原油和比洛错北岸比隆组页岩重排甾烷含量相当,相对较高,但明显没有上侏罗统夏里组的页岩和灰岩这样大的优势;规则甾烷中 $\alpha\alpha\alpha\text{C}_{27}$ 和 $\alpha\alpha\alpha\text{C}_{29}$ 含量相对较高,孕甾烷含量低; $\text{C}_{29}20\text{S}/(20\text{S}+20\text{R})$ 和 $\beta\beta\text{C}_{29}/\Sigma\text{C}_{29}$ 值较高;升藿烷含量高,三环萜烷、 γ 蜡烷和莫烷含量较低。因此,昂达尔错古油藏的油源应为比隆错的油页岩。古油藏带的北带以隆鄂尼西为代表,原油和比隆组油页岩 $\delta^{13}\text{C}$ 均分布在 -2.31% ~ -2.73% ,单体烃碳同位素为 -2.77% ~ -2.95% ,单体烃碳同位素随碳数分布曲线几乎完全重合;原油和比隆组页岩的重排甾烷含量均很高,规则甾烷中 $\alpha\alpha\alpha\text{C}_{27}$ 和 $\alpha\alpha\alpha\text{C}_{29}$ 含量相对较高,孕甾烷含量低; $\text{C}_{29}20\text{S}/(20\text{S}+20\text{R})$ 和 $\beta\beta\text{C}_{29}/\Sigma\text{C}_{29}$ 值较高;升藿烷含量高,三环萜烷和 γ 蜡烷、莫烷含量较低。隆鄂尼西原油与比隆组油页岩具有很好的可比性。

3 有机质演化与生烃过程

根据比隆错剖面的埋藏史、热史,利用 Easy%

R_o 软件,计算了该剖面的有机质演化过程(图 5)。计算结果表明,在 150 Ma 时,镜质组反射率达到 0.5%,进入生烃门限;早白垩纪抬升时镜质组反射率为 0.65%。在 20 Ma 时,因再次沉降开始二次生烃,现今镜质组反射率不足 1.4%,计算结果与实测镜质组反射率十分接近。

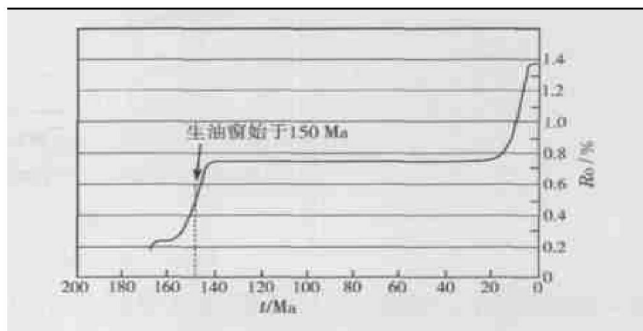


图 5 比隆错剖面有机质演化过程

Fig. 5 Evolution process of organic materials in Bilongco profile

羌塘盆地的烃源岩演化程度普遍较高,镜质组反射率一般在 1.0% 以上。很难采到低成熟度样品进行模拟实验研究。作者通过对烃源岩形成环境分析和有机相的划分,认为羌塘盆地主要烃源岩形成环境相似,以碳酸盐台地为主,即有机相 B。Pepper^[12~14]统计了典型有机相 B 烃源岩的热解实验和典型盆地热演化、生烃数据,拟合了有机相 B 的生烃动力学参数。根据有机相 B 的生烃动力学参数和热史,用 KINETICS2000 软件模拟了比隆错剖面烃源岩的油、气生成过程(图 6)。以石油转化率 10%~90% 为“生油窗”,该地区具有明显的两次生油过程。第一次生油发生在 150~140 Ma;第二次生油从 20 Ma 至今。两次的石油转化率大体相当。羌塘盆地发现的古油藏,实测储层干沥青反射率为 0.25%,根据刘德汉等^[15]的换

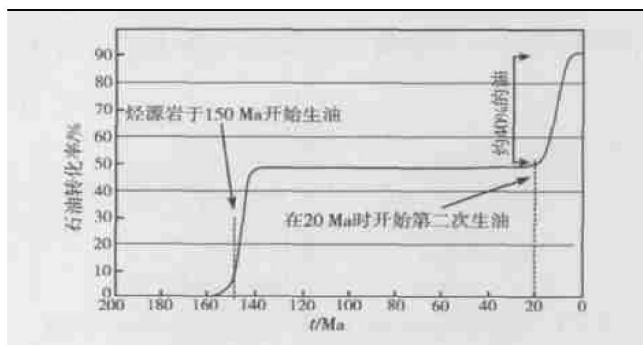


图 6 比隆错剖面的生油过程

Fig. 6 Oil generation process in Bilongco profile

算公式, 相当于镜质组反射率 0.51%。因而, 古油藏可能形成于 150~140 Ma, 是初次生油的产物。

4 意义

由于近年来对西藏含油气盆地, 尤其是羌塘含油气盆地的油气地质调查和盆地评价工作, 进一步确立了羌塘盆地是西藏含油气盆地中油气远景最好的一个盆地^[3,9,10], 同时也发现了在羌塘盆地有我国大陆上生烃潜力最好的烃源岩^[2,3]。

首先, 作为古油藏带储集层的白云岩都被油浸成暗褐色, 晶间孔还残留有轻质油, 含油白云岩平均孔隙度可达 14.7%, 渗透率平均值为 $22.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。同时我们也在古油藏带的东延地区, 位于西藏安多县的青藏公路 112 道班附近又发现液态油的显示。如果我们考虑到古油藏带含油白云岩的厚度和出露面积以及油气注入强度, 说明了羌塘盆地不但有两次生排烃过程, 而且证明羌塘盆地存在大规模的油气聚集和成藏过程。

根据对盆地内中生界油气系统的地质要素与事件的分析, 油气系统的基本要素在空间上配置良好, 而且各种成油作用在时间上的配合关系也比较良好。正如前述, 中侏罗统布曲组沉积时, 盆地中部的中央隆起带已形成, 其隆起的水下部位作为水下隆起, 可以形成地层不整合和岩性等圈闭。根据作者实地考察和遥感影像分析, 比隆错-昂达尔错古油藏带的形成受控于背斜构造, 背斜核部地层为中侏罗统的布曲组, 翼部地层为上侏罗统的夏里组, 背斜形态呈短轴穹隆状和紧闭线状两种类型。羌塘盆地中生代地层的褶皱构造形成于晚侏罗世末期—早白垩世早期, 而背斜构造圈闭又是古油藏带主要圈闭类型。由此可见, 非构造圈闭在主生烃期之前形成, 构造圈闭的形成时期与主生烃期近于同步。布曲组中白云岩、生物礁、颗粒浅滩相发育, 并且物性良好, 可以形成岩性圈闭。这一时期恰好是布曲组-夏里组烃源层第一次生油高峰期, 生烃期与圈闭形成期正好同步, 有利于油气的聚集。对于喜马拉雅期第二次生烃期而言, 圈闭的形成时间明显早于主要生烃期, 因此含油气系统的圈闭形成期与油气生成期配置良好, 有利于油气的聚集。比隆错-昂达尔错古油藏带的发现也直接证明了这一点。

其次, 古油藏带的发现, 说明羌塘盆地油气成

藏总体未达到过成熟阶段, 或者是整体处于过成熟阶段, 但局部处于成熟(未成熟)阶段。更为重要的是, 经过我们进一步的工作, 在比隆错页岩剖面中发现了大量菊石化石, 经鉴定和对比, 为早侏罗世托尔期*。如果古油藏带的油源是这套页岩能够被进一步确认的话, 那么羌塘盆地的油气勘探范围更大。

致谢: 在本项目完成和本文成文过程中, 得到郑度院士和青藏 973 项目相关专家的指导和帮助, 更得到了中国石油天然气股份有限公司贾承造院士、赵政璋局长、叶和飞和李永铁研究员的大力支持和帮助, 在此一并致以谢意。

参 考 文 献

- 1 王成善, 张哨楠. 藏北双湖地区三叠系油页岩的发现[J]. 中国地质, 1987, 8: 29~31
- 2 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原海相烃源层的油气生成[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 610~613
- 3 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原羌塘盆地石油地质[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 356~367
- 4 王成善, 伊海生, 李勇, 等. 羌塘盆地地质演化与油气远景评价[M]. 北京: 地质出版社, 2001. 184~215
- 5 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原大地构造特征及盆地演化[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 1
- 6 和钟铨, 李才, 杨的明, 等. 西藏羌塘盆地的构造沉积特征及演化[J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(4): 347~348
- 7 雷清亮, 戴国汉. 西藏油气远景分析[J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(1): 22~26
- 8 罗本家, 戴国汉. 羌塘盆地有利勘探区块[J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(1): 58~61
- 9 Wang Chengshan, Chang E Z, Zhang Shaonan. Potential oil and gas bearing basins on the Qinghai-Tibet Plateau of China[J]. International Geological Review, 1997, 39(10): 876~890
- 10 王成善, 张哨楠. 西藏高原含油气盆地分析及油气资源预测[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1996, 21(2): 120~129
- 11 孙鸿烈. 青藏高原的形成演化[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1996. 79~87
- 12 Pepper A S, Corvitt P J. Simple kinetic models of petroleum formation. Part I: oil and gas generation from kerogen[J]. 1995, 12(3): 291~319
- 13 Pepper A S, Dodd T A. Simple kinetic models of petroleum formation. Part II: oil-gas cracking[J]. 1995, 12(3): 321~340
- 14 Pepper A S, Corvitt P J. Simple kinetic models of petroleum formation. Part III: modelling an open system[J]. 1995, 12(4): 417~452
- 15 刘德汉, 史继杨. 高演化碳酸盐岩地球化学特征及非常规评价方法探讨[J]. 石油勘探与开发, 1994, 21(3): 113~115

* 伊海生, 赵兵, 林金辉. 羌塘盆地侏罗纪菊石动物群的分布及古地理意义. 羌塘及邻区地质与资源学术研讨会论文摘要集