

文章编号: 1009 3754 (2001) 01-0013 02

# 松辽盆地古地温恢复<sup>\*</sup>

任战利<sup>1</sup>, 萧德铭<sup>2</sup>, 迟元林<sup>2</sup>

(1. 西北大学 地质系, 陕西 西安 710069; 2. 大庆油田有限责任公司, 黑龙江 大庆 163453)

摘要: 通过多种古地温研究方法恢复了松辽盆地的古地温及古地温梯度, 研究结果表明松辽盆地古地温高于今地温, 白垩纪末的地温梯度及大地热流值可达  $4.26 \sim 4.80$   $^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  和  $95 \sim 107$   $\text{mW}/\text{m}^2$ , 远高于现今地温梯度  $3.70$   $^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  及大地热流值  $69$   $\text{mW}/\text{m}^2$ 。烃源岩热演化程度主要受古地温控制, 在白垩纪末达到最大古地温, 以后持续抬升剥蚀和大地热流值衰减、降温使生烃作用减弱或停止。依安组以来的再沉积厚度小, 不能引起二次生烃。

关键词: 古地温; 古地温梯度; 大地热流; 松辽盆地

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

松辽盆地为我国一大型含油气盆地, 油气资源丰富。松辽盆地热演化史研究一直是人们关注的重要问题, 其现今地温场已作过深入研究<sup>[1,2]</sup>。相比而言, 古地温研究相对较为薄弱, 方法也较为单一<sup>[3]</sup>。近年来松辽盆地深部油气勘探工作日益引起人们的重视, 已在深层侏罗系和基底石炭-二叠系中发现了一批天然气藏和  $\text{CO}_2$  气藏, 加强松辽盆地热演化史研究对深层油气资源的评价有重要的现实意义。作者在前人工作的基础上, 应用多种方法恢复了松辽盆地的古地温、古地温梯度及古大地热流值, 探讨了最大古地温的形成时间以及古地温与油气的关系。

## 1 盆地基本地质特征

松辽盆地位于天山-大兴安岭褶皱带的东段, 盆地基底由海西期褶皱变质岩系及同期的岩浆岩构成。盆地呈北北东向似菱形, 长  $750\text{ km}$ , 宽  $330 \sim 370\text{ km}$ , 面积约  $26 \times 10^4\text{ km}^2$ 。侏罗系、白垩系、第三系和第四系总厚度超过  $10\ 000\text{ m}$ 。白垩系是松辽盆地主要沉积盖层, 分布范围广、沉积厚度大, 是盆地主要生、储油岩系。

松辽盆地基底为西部较陡东部平缓不对称的北北东向盆状结构。在盆地中部有一个北北东向的巨大中央隆起带, 将盆地分为东、西两个断陷群。中央隆起带以西地区, 为一长条状深拗陷, 构造线呈北北东向, 埋藏深度最大可达  $10\ 000\text{ m}$  以上。中央隆起带以

东为基岩起伏不平、凹凸相间的断块地带。

松辽盆地从形成到结束, 经历了侏罗纪晚期小断陷 $\rightarrow$ 早白垩世早期大面积裂陷 $\rightarrow$ 早白垩世中期向拗陷转化 $\rightarrow$ 晚白垩世以来全面上升萎缩阶段。松辽盆地的盖层构造主要形成于早白垩世嫩江组末-一早第三纪依安组末。

松辽盆地广泛分布有前加里东、海西期和燕山期花岗岩。燕山期花岗岩与盆地发育期同步, 主要分布于盆地东南部及侏罗纪断陷盆地边缘断裂带上。岩性有红色、绿色及灰白色花岗岩和辉长岩。燕山期岩浆活动主要发育于晚侏罗世及早白垩世中期。晚侏罗世盆地西部断陷内火山岩及火山碎屑岩发育较多, 东部火山岩少。

松辽盆地现今地温场的分布具有环状分布的特点, 盆地中央高, 边缘低。地温梯度变化范围大, 在  $1.1 \sim 6.1$   $^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  之间, 平均梯度为  $3.70$   $^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ , 大地热流平均值  $69$   $\text{mW}/\text{m}^2$ <sup>[4]</sup>, 与国内外一些含油气盆地相比, 松辽盆地地温梯度与大地热流值都较高。

地温梯度在纵向上的变化也是不均匀的, 具有高低地热梯度相间的分布特征。即登娄库组和青山组-嫩江组梯度高, 泉头组和四方台-明水组梯度相对较低。高地温梯度层段与剖面上的生油岩和产油气层段相吻合, 这主要与泥岩热导率低有关。

松辽盆地大地热流、地温梯度都高, 主要受地壳厚度薄, 两堑夹一隆的基底结构及大面积分布的基底花岗岩控制。

收稿日期: 2000 08 29

作者简介: 任战利 (1961-), 男, 陕西西安人, 西北大学研究员, 博士后, 主要从事含油气盆地地质及热演化史方面的教学、科研工作, 发表论文 50 多篇。

\* 大庆油田有限责任公司重点研究项目

2 古地温恢复

2.1 古地温梯度及古大地热流值计算

由镜质体反射率、包裹体测温、粘土矿物转变等资料来判定松辽盆地古地温高于今地温，且随深度的增大古地温与现今地温的差值逐渐增大。萨 5 井、肇 12 井位于松辽盆地中央拗陷区，资料较为齐全。大庆长垣萨 5 井蒙脱石—绿泥石混合层出现的深度为 1 906 m，其古地温约在 115~ 120℃之间；绿泥石出现的深度为 3 021 m，其对应的古地温约为 150~ 175℃<sup>[3]</sup>。在 1 000 m 以下所有古地温温标估算或测试结果都大于今地温，由磷灰石裂变径迹分析资料判定部分退火带的底界为 1 600 m<sup>[4]</sup>，其最大古地温约为 125℃。其中包裹体测温结果、磷灰石裂变径迹分析确定的古地温与粘土矿物转变确定的古地温结果较接近<sup>[5]</sup>。有效加热时间按地层年代表计算约为 5 Ma，由镜质体反射法资料用 Barker 及 Hood 方法估算的古地温值都较高，可能是  $R_o$  测量值偏高。从古今地温对比来看，古地温明显高于今地温，恢复的古地温梯度值约为 4.80℃/100 m，明显高于现今地温梯度值 3.10℃/100 m（图 1）。

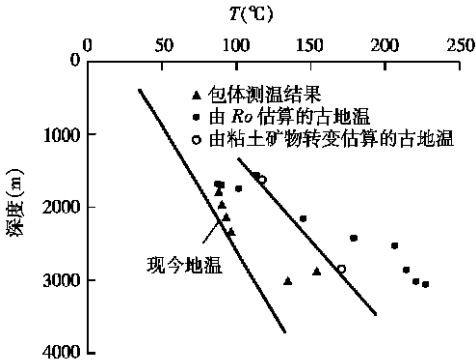


图 1 萨 5 井古地温对比

三肇凹陷肇 12 井在 1 800~ 2 400 m 之间所测包裹体均一温度较低，与现今地层测温值接近。3 000 m 左右包裹体测温值明显高于现今地层测温，总体来看包裹体测温值较低。蒙脱石—绿泥石混合层出现的深度为 1 680 m，分散绿泥石出现深度为 2 932 m。由镜质体反射率值用 Barker 方法估算的古地温在小于 2 000 m 时与粘土矿物估算结果接近，大于 2 000 m 时随着埋深增大，差值变大，在 3 000 m 时差值可达 40℃以上。磷灰石裂变径迹资料判定的部分退火带底界为 1 600 m，最大古地温约为 125℃，与粘土矿物资料估算的古地温一致性较好。综合判断肇 12 井的古地温梯度值约为 4.26℃/100 m，明显高于现今地温梯度值 3.10℃/100 m（图 2）。三肇凹陷肇 12 井实测热导率为 2.228 W/(m·K)<sup>[11]</sup>，则古大地热流值为 94.91

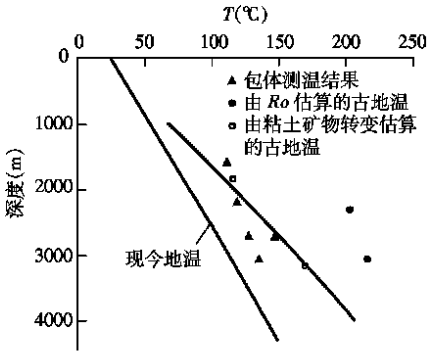


图 2 肇 12 井古地温对比图

mW/m<sup>2</sup>。从以上计算结果来看，松辽盆地古地温梯度在 4.26~ 4.80℃/100 m 之间，古地温梯度远高于现今地温梯度 3.70℃/100 m。如果热导率按肇 12 井实测热导率 2.228 W/(m·K) 计算，则松辽盆地古大地热流值可达 94.91~ 106.94 mW/m<sup>2</sup>，远高于现今的大地热流值 69mW/m<sup>2</sup>，因此松辽盆地热流值是逐渐降低的。

2.2 古地温与油气关系

从地层接触关系来看早白垩世嫩江组末期与晚白垩世四方台组之间的构造运动及晚白垩世明水组末期与老第三纪依安组之间的构造运动都是十分重要的构造运动，造成了上、下地层之间区域性的角度不整合，特别是白垩纪与第三纪之间的构造运动造成了盆地的隆升及剥蚀，第三纪以来沉积厚度较小。从磷灰石裂变径迹分析资料可以看出，松辽盆地 1 000~ 1 600 m 为部分退火带<sup>[4]</sup>，作者对磷灰石裂变径迹资料的重新解释表明，1 600 m 以下已进入冷却带，记录的冷却年龄最大为 37.2 Ma。这说明松辽盆地在 37.2 Ma 以前达到最大古地温，37.2 Ma 以来为抬升冷却过程。松辽盆地缺失古新世至早渐新世的地层，中、晚渐新世依安组地层年龄为 34 Ma，小于记录的冷却年龄 37.2 Ma。由此判断松辽盆地最大古地温是在白垩纪晚期达到的。第三纪以来，地温是逐渐降低的，虽然沉积了第三纪地层，由于沉积厚度小，现今地温仅在浅部接近古地温，随着深度增大，古地温与现今地温差值也逐渐增大。因此对烃源岩热演化程度起控制作用的是古地温。

根据盆地构造发展史，松辽盆地早白垩世沙河子组—登娄库组为断陷发育阶段，火成岩活动，经过登娄库组三、四段的过渡，到早白垩世泉头组转化为大型拗陷盆地，晚白垩世盆地处于萎缩阶段。以上恢复的松辽盆地古地温梯度可能代表了早白垩世晚期—晚白垩世热沉降拗陷阶段的古地温场特征，早白垩世拉（下转第 55 页）

(6) 目前在大庆地区开发地震采集的资料中, 葡萄花油层的最高频率可以达到 75 Hz。

表 3 组合后记录的信噪比和分辨率提高对比

组 合 类 型	组 合 个 数 (个)	组内距 (m)	组 合 形 式	信噪比 涨 幅 (dB)	分辨率 涨 幅 (dB)	组 合 类 型	组 合 个 数 (个)	组内距 (m)	组 合 形 式	信噪比 涨 幅 (dB)	分辨率 涨 幅 (dB)
纵向线性组合	9	1	111111111	12.2	6.87	面 积 组 合	18	1	333333		1.48
	5	1	11111	3.8	3.05			1	666		
		2	11111	9.3	1.65			2	333333	0.2	2.71
		1	111	5.9	3.18			2	666	8.3	
	3	2	111	1.4	3.63			1	444444		2.46
		3	111	3.6	5.83			1	6666		
		5	111	-1.2	3.28			2	444444		0.66
	1	12321	00	6.75	24			2	6666		3.90
不等灵敏度组合	9	2	12321	9.3	-0.37	合	2	888	-0.5	7.92	
		2.83	12321	26.6	6.08		3	888		1.01	
面积组合	9	1	333	8.5	3.12		5	888		0.97	
							1	55555		2.41	
							2	55555		0.10	

参考文献:

[1] 李庆忠. 走向精确勘探的道路 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1994.

[2] 陆基孟. 地震勘探原理 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.

[3] 马恩泽. 地震勘探论文集 [C]. 北京: 石油工业出版社, 1995.

[4] 俞寿朋. 高分辨率地震勘探 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.

编辑: 赵成国

(上接第 14 页)

张断陷阶段古地温梯度可能更高, 地壳厚度也可能更薄。

综上所述, 可以看出松辽盆地古地温高于今地温, 古地温梯度及古大地热流值在晚白垩世为 4.26~4.80℃/100 m 及 94.91~106.94 mW/m<sup>2</sup>, 第三纪以来降低到现今的 3.70℃/100 m 及 68.65 mW/m<sup>2</sup>。松辽盆地高古地温梯度及大地热流值的确定表明松辽盆地曾有过更高的地温场背景。古地温恢复表明松辽盆地烃源岩热演化程度主要受古地温场控制, 最大古地温是在晚白垩世达到的。晚白垩世是烃源岩的主要生成期及运移期。第三纪以来发生抬升剥蚀和大地热流值衰减、降温使生烃作用减弱或停止, 依安组以来的再沉积厚度小 (约 200 m), 不可能引起二次生烃。

参考文献:

[1] 吴乾蕃, 谢毅真. 松辽盆地大地热流 [J]. 地震地质, 1985, 7 (2): 59-64.

[2] 王 钧, 黄尚瑶, 黄歌山, 等. 中国地温分布的基本特征 [M]. 北京: 地震出版社, 1990.

[3] 杨万里, 高瑞祺, 郭庆福, 等. 松辽盆地陆相油气生成运移和聚集 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1985.

[4] 杨峰平, 陈发景, 王玉华, 等. 松辽盆地中央坳陷磷灰石裂变径迹分析 [J]. 石油勘探与开发, 1995, 22 (6): 20-25.

[5] 邢顺 淦, 姜洪启. 松辽盆地陆相砂岩储集层性质与成岩作用 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1993.

编辑: 毕永先

**Article ID:** 1009 3754 (2001) 01 0001-04

# **TO EMANCIPATE OUR MIND AND CHALLENGE THE DIFFICULTY TO INCREASE THE OVERALL BENEFIT OF DAQING OIL FIELD IN THE NEW CENTURY —Report on the Forum of Development Technique of Daqing Oil Field in 2000**

SU Shu lin ( Daqing Oil Field Company Ltd. , Daqing 163453, China)

**Abstract:** This paper evaluates the development technology in the ninth five-year plan and the year of 2000 in Daqing Oil Field and analyzes the situation and problems which the oil field faces. Then it proposes 4 basic demands including improving core technology study, improving scientific and technical management, performing personnel strategy, integrating exploration and development to develop the overall advantage of the oil field company. It also determines the guiding ideology and task of the development technique reform in 2001.

**Key words:** Daqing Oil Field; Development technique; overall benefit; basic demand

**Article ID:** 1009 3754 (2001) 01 0005-04

# **FACING THE NEW MILLENNIUM, OBTAIN FURTHER PROGRESS IN EFFICIENT EXPLORATION**

XIAO De ming ( Daqing Oil Field Company Ltd. , Daqing 163453, China)

**Abstract:** Entering into the 21th century, a new period for global hydrocarbon exploration has come, in which exploration difficulty and cost are enlarged, development is accelerated and competition would be more severe. To explore hydrocarbon reservoirs with novel thoughts and technologies and then further decrease exploration cost would be the inexorable trend for development of exploration and also be the important prerequisite for the existence and development of oil companies. In the days to come, in order to win in market competition both at home and abroad, Daqing Oil Field Company Ltd. must develop and apply new exploration techniques, decrease exploration cost and obtain higher efficiency. Hence, to realize efficient exploration is the inevitable selection for sustained development in Daqing Oil Field Company Ltd.

**Key words:** The 21th century; Daqing Oilfield; Efficient exploration

**Article ID:** 1009 3754 (2001) 01 0009-04

# **CHARACTERISTIC OF THE HYDROCARBON SYSTEM IN CHAIDAM BASIN WITH AN ACTIVE NEW STRUCTURAL MOVEMENT**

GUO Zhan qian, SHI Ji hong ( Exploration and Development Research Institute of Daqing Oil Field Company Ltd. , Daqing 163712, China)

**Abstract:** Chaidam Basin locates in the triangle region that consists of Aejin mountain, Qilian mountain and Kunlun mountain fault fold belt in the earth structure of China. Under the earth force of the earth rotation and ocean extension in the stress environment with extrusion from south and north, the basin boundary and the margin of Aejin and Qilian mountains fault fold belt locate in an earth force environment of extrusion and strike slip. The effect of new structural movement on oil and gas reservoirs includes breakdown effect in early formed oil and gas fields, formation effect on secondary oil and gas reservoirs, formation effect on fractural oil and gas reservoirs and formation effect on Quaternary gas fields. Because of the active and strong new structural movement, oil and gas always leak out and diffuse, surface oil and gas shows and geochemical exploration abnormality is the tracer of oil and gas fields. There is not probability of reservoirs discovery in the area

with no geochemical exploration abnormality. Geochemical exploration abnormality is an important evidence for exploration planning decision.

**Key words:** new structural movement; movement fracturing; unconformity surface uplift; oil and gas shows; geochemical abnormality; oil and gas field

**Article ID:** 1009 3754 (2001) 01 0013-02

# **RESTORATION OF THE PALAEOGEOTHERM IN SONGLIAO BASIN**

REN Zhan li<sup>1</sup>, XIAO De ming<sup>2</sup>, CHI Yuan lin<sup>2</sup> ( 1. Geology Department of Northwest University, Xian 710069, China; 2. Daqing Oil Field Company Ltd. , Daqing 163453, China)

**Abstract:** This paper restores the palaeogeotherm and palaeogeothermal gradient in Songliao Basin using several methods. The study shows that the palaeogeotherm is higher than the recent geotherm time. The geothermal gradient and earth heat flow value of Cretaceous reached 4. 26- 4. 80℃/100m and 95- 107mW/m<sup>2</sup>, which is higher than the recent geothermal gradient 3. 70℃/100m and earth heat flow value 69mW/m<sup>2</sup>. The thermal evolution of hydrocarbon source rock is mainly controlled by palaeogeotherm. The palaeogeotherm reached the highest value in Cretaceous, then it continued to lift degradation and the earth heat flow value decayed and the temperature declined and weakened and stopped the hydrocarbon generation. The re-sedimentation in Yian Member has a little thickness and cannot have secondary hydrocarbon generation.

**Key words:** palaeogeotherm; palaeogeothermal gradient; earth heat flow; Songliao Basin

**Article ID:** 1009 3754 (2001) 01 0015-02

# **APPLICATION OF RESERVOIR GEOCHEMISTRY IN THE EVALUATION OF XINZHAN RESERVOIR**

LIU Shu qin, ZHOU Yong bing, LIU Guo zhi ( Exploration and Development Research Institute of Daqing Oil Field Company Ltd. , Daqing 163712, China)

**Abstract:** Basing on the introduction on the geologic characteristic of Xinzhao Oil and Gas Field, this paper discusses the oil and gas migration direction and reservoir continuity using reservoir geochemical data. It concludes that different sandstone zone in the same reservoir vertically in Heidimiao and Putaohua reservoirs are separated each other. The reservoir communication in a same fault block is nice areally. The reservoir separation of different fault blocks is strong and the reservoir genesis is multi stages and times. This conclusion has a constructive significance for the effective development of Xinzhao reservoir.

**Key words:** reservoir geochemistry; reservoir evaluation; communication; oil and gas migration

**Article ID:** 1009 3754 (2001) 01 0017-03

# **EVALUATION ON THE TRAP CONDITION OF GAO 3 AND GAO 4 SUBZONES IN XINGSHUGANG AREA IN NORTHERN SONGLIAO BASIN**

YANG Xiao<sup>1</sup>, LIU Jing shan<sup>2</sup>, YU Jie<sup>3</sup> ( 1. Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Geophysics Exploration Company of Daqing Petroleum Administrative Bureau, Daqing 163357; China; 3. No. 4 Geologic Investigation Department of Petroleum Geophysics Exploration Bureau, Ba County 065700, China)

**Abstract:** Based on the high resolution 2D seismic data and combining with drilling base data, this paper studies the interlayer structure and trap condition of Gao 3 and Gao 4 subzones in Xingshugang area