

文章编号: 1000-0550(2011)02-0388-07

海拉尔盆地贝尔凹陷热演化史与油气关系研究^①

崔军平 任战利 陈玉林

(西北大学大陆动力学国家重点实验室/地质学系 西安 710069)

摘要 贝尔凹陷是海拉尔盆地内勘探程度较高的一个南部凹陷,该凹陷沉积厚度大,地层发育全,生油条件十分优越,是海拉尔盆地主要产油气凹陷。主要烃源岩层是南屯组,其次是大磨拐河组和铜钵庙组。根据镜质组反射率、包裹体测温和磷灰石裂变径迹法恢复的贝尔凹陷古地温演化史表明贝尔凹陷早白垩世古地温梯度可达 $3.7 \sim 5.8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,高于现今地温梯度 $3.35^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,古地温高于今地温。古地温恢复及热史模拟表明最高古地温是在早白垩世晚期达到的,下白垩统烃源岩热演化程度主要受古地温场控制。热演化史与油气关系研究结合烃源岩排烃史和伊利石测年结果表明贝尔凹陷油气成藏期主要有两期,分别为早白垩世晚期及古近纪以来,且以早白垩世晚期为主要成藏期。古近纪以来为第二成藏阶段,由于抬升剥蚀作用,目的层温度开始降低,生烃强度减弱,主要为早期形成油气藏的二次调整和二次生成的油气继续注入成藏。第二次成藏时期对贝尔凹陷油气藏的形成起着重要作用,是制约油气富集的重要因素。

关键词 海拉尔盆地 贝尔凹陷 地温梯度 磷灰石裂变径迹 热演化史

第一作者简介 崔军平 男 1978 年出生 博士 讲师 盆地热演化史与油气成藏 E-mail: Cuijp@nwu.edu.cn

中图分类号 TE121.1⁺1 **文献标识码** A

含油气盆地内蕴藏着丰富的石油、天然气、地热等资源,含油气盆地的热演化史在油气生成、运移、聚集方面有着密切的关系,不仅直接制约和影响着油气的生成、运移和聚集,而且对于盆地油气资源评价及寻找有利的生油区有很重要的意义^[1-4]。

贝尔凹陷为海拉尔盆地中的一个重要生油凹陷,已有十几口井获得工业油气流,生油条件十分优越,大庆油田在贝尔凹陷构造、生油、沉积相等方面作了大量的研究工作,然而尚未对贝尔凹陷热演化史进行过系统细致的分析研究。过去虽然对贝尔凹陷进行过大量的镜质组反射率测定和分析,但未能给出古地温梯度。因此加强贝尔凹陷热演化史研究对深层油气评价具有重要的现实意义。本文通过多种古地温研究方法,及新的思路研究海拉尔盆地贝尔凹陷热演化史,探讨热演化史与油气生成的关系,这对进一步指导油气勘探及油气成藏条件研究具有重要意义。

1 区域地质概况

海拉尔盆地位于内蒙古自治区呼伦贝尔盟境内,为中生代的多旋回、叠合式、断陷—坳陷型盆地,盆地基底为海西印支期花岗岩以及三叠系布达特群、侏罗系兴安岭群。盆地内充填白垩系以及古近系、新近

系。白垩系为盆地内主体沉积,从下至上为:铜钵庙组(K_1t)、南屯组(K_1n)、大磨拐河组(K_1d)、伊敏组(K_1y)及青元岗组(K_2q)。

海拉尔盆地主要经历了地壳隆起、断陷阶段、坳陷阶段、萎缩阶段 4 个演化阶段。贝尔凹陷是海拉尔盆地的一个二级构造单元,位于海拉尔盆地南部,是海拉尔盆地内勘探程度较高的一个凹陷,呈北东向展布,西部以磋岗隆起为界,东部为巴彦山隆起,向南延伸至蒙古境内,北与乌尔逊凹陷相邻。该凹陷沉积厚度最大,地层发育最全,是海拉尔盆地主要产油气凹陷。其中主要烃源岩层是南屯组,其次是大磨拐河组和铜钵庙组。

2 现今地温场特征

盆地地温场是控制油气生成、演化和消亡的主要因素之一。地温条件与油气具有十分密切的关系^[5-8]。现今地温场是古地温场演化的最后一幕,是盆地古地温恢复的基础,作者利用贝尔凹陷地层测温资料,对贝尔凹陷现今地温场作了进一步的深入研究。从贝尔凹陷温度—深度关系图(图 1),可以看出测温数据的总趋势是温度随深度的增加而线性升高,表现出典型的传导型地温场特征。

^①西北大学科研启动基金与高等学校全国博士学位论文作者专项资金(批准号:200347)、国家自然科学基金青年基金项目(编号:41002040)资助。
收稿日期:2010-01-04; 收修改稿日期:2010-05-04

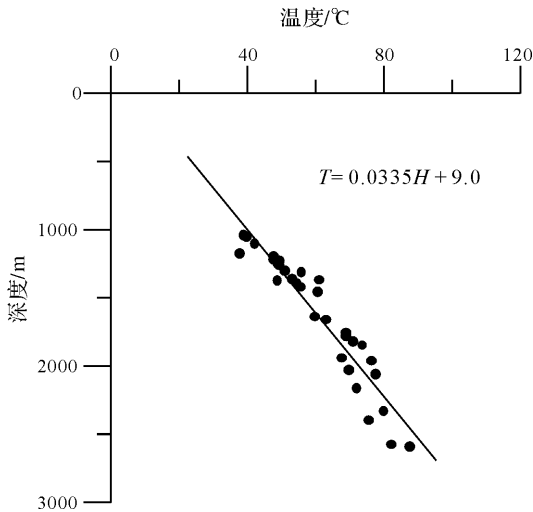


图1 贝尔凹陷油层测温与深度关系图

Fig. 1 Comparative graph of reservoir temperature measurement and depth in Beier depression

通过对地层温度(T)与深度(H)关系作回归分析,回归关系式

$$T = 0.0335 \times H + 9.0$$

式中 T 为地层温度,°C; H 为深度,m;9.0为地表温度,°C。

由回归关系式可知贝尔凹陷代表性地温梯度为 $3.35^\circ\text{C}/100\text{m}$,接近全球沉积盆地平均地温梯度($3.0^\circ\text{C}/100\text{m}$),小于松辽盆地现今平均地温梯度($3.7^\circ\text{C}/100\text{m}$),与全国各含油气盆地的地温梯度相比,贝尔凹陷的地温梯度值处于高温值与低温值之间,属于中温型地温场^[9,10]。现今地温场主要受控于地壳厚度、基底结构、基底埋深及盆地构造等因素^[11]。

3 古地温恢复

3.1 镜质组反射率提供的古地温信息

镜质组反射率是成熟度测量中广泛应用而且可靠性较高的方法之一。镜质组反射率与深度关系主要反映了早白垩世地层在达到或接近最大埋深时的古地温场状况,因此可应用贝尔凹陷镜质组反射率与深度关系求取古地温梯度及剥蚀厚度。

贝尔凹陷镜质组反射率与深度关系很有规律性,相同深度高部位的 R_0 值较大,代表剥蚀厚度大。根据 R_0 外推法结合地震剖面求得的早白垩世伊敏组沉积之后的剥蚀厚度具有北大南小、西大东小的特点,剥蚀厚度总体上较小,一般不超过500m。

根据贝尔凹陷镜质组反射率与深度关系,利用

Barker和Pawlewicz建立的最大埋藏温度(T_{\max})与平均镜质组反射率(R_m)之间的关系式 $\ln(R_m) = 0.0096T_{\max} - 1.4$ 近似的求得贝尔凹陷地层经历的最大古地温表明^[12]:古地温与深度基本上为线性关系,古地温随深度增加而增大,古地温高于今地温。

根据镜质组反射率计算的最大埋藏温度与深度进行回归计算,求得霍1井古地温梯度为 $4.2^\circ\text{C}/100\text{m}$,海参2井为 $4.3^\circ\text{C}/100\text{m}$,贝301井古地温梯度为 $4.8^\circ\text{C}/100\text{m}$,德6井古地温梯度最大为 $5.8^\circ\text{C}/100\text{m}$ (图2)。

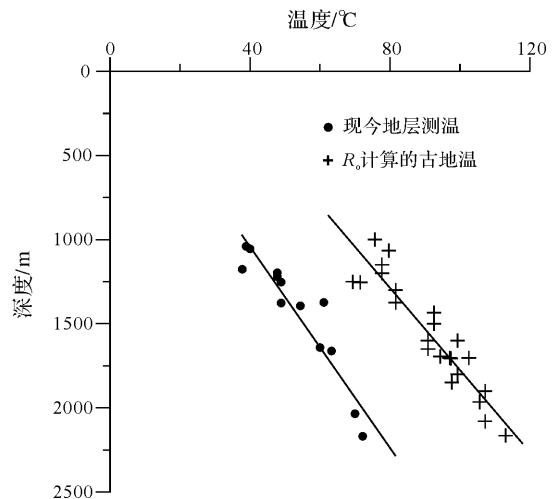


图2 贝尔凹陷霍1井古今地温对比图

Fig. 2 Comparison of present temperature and paleotemperature in Well Huo 1 of Beier depression

3.2 包裹体测温反映的古地温信息

包裹体测得均一温度是捕获流体的最低形成温度。在包裹体的地质应用中,一般可用矿物流体包裹体的均一温度加上一定的校正值来代表包裹体形成的温度,即矿物结晶时的温度。在沉积成岩作用中形成的包裹体,其压力校正值都比较小,因而我们测得的贝尔凹陷包裹体的均一温度数据都未经压力校正,所以由包裹体给出的古地温数据基本可以作为地质历史上真实古地温的下限温度^[13]。

在贝尔凹陷选取2块包裹体发育较好的含油砂岩样品,对其中与烃类包裹体同期形成的盐水包裹体进行了均一温度测定。包裹体主要分布于石英微裂隙中、石英脉中和胶结物方解石中,主要为液烃、气液烃、气烃包裹体,大小 $1 \sim 4 \mu\text{m}$ 。包裹体测温结果表明:均一温度范围主要分布在 $87 \sim 102^\circ\text{C}$ (表1)。

贝尔凹陷霍1井1050~1640m现今地温为 $40 \sim 60^\circ\text{C}$,在1616~1631m包裹体均一温度为 $87 \sim$

102℃; 贝301井1269.1~1308 m 现今地温为49~51℃, 在1249.88~1262.66 m 包裹体均一温度87~101℃。从现今温度与包裹体测温对比可以看出贝尔凹陷古地温明显高于今地温。霍1井剥蚀厚度为403 m 及贝301井剥蚀厚度为500 m。用求出的剥蚀厚度恢复了最大古埋深, 结合包裹体均一温度估算霍1井的平均古地温梯度约3.9℃/100m, 贝301井为4.5℃/100m, 低于镜质体反射率计算的古地温梯度值。

表1 贝尔凹陷包裹体均一温度

Table 1 Temperature measurement of fluid inclusion in Beier depression

井号	井深/m	层位	岩性	均一温度/℃	
				分布范围	测点数目/个
霍1	1616.58~1631.79	南屯组	含油砂岩	87~100	6
贝301	1249.88~1262.66	南屯组	油侵砂岩	87~101	7

3.3 磷灰石裂变径迹结果反映古地温信息

3.3.1 原理

该方法的原理是磷灰石中所含的²³⁸U 裂变时产生的碎片在磷灰石中会形成裂变径迹, 在地质时间内随温度升高, 径迹长度减小, 密度降低。在1~100 Ma 的时间内, 磷灰石裂变径迹的退火温度大约为60~150℃, 此温度正好与生油窗(60~130℃) 比较接近, 故其被广泛地用于盆地古地温场研究。磷灰石裂变径迹分析主要包括径迹年龄和长度分析, 通过以上参数的分析可以获得盆地地热史的方面的许多信息^[14~21]。

3.3.2 未退火带与退火带的确定

Duddy 等已对地下和实验室条件下磷灰石自发裂变径迹退火的温度—时间的关系做了研究, 表明在实验室和地质条件下, 磷灰石径迹退火的特征基本是一致的, 所不同的是, 在地质条件下, 退火持续时间会很长, 且一次退火后至今的时间区段内, 仍会有新生长径迹产生。在实验室条件下控制径迹退火的主要因素仍然是温度, 当时间因素是次要的。当时间因素改变两个数量级(1~100 Ma) 时, 相应退火带位置改变仅相差25℃^[18]。

在贝尔凹陷采集裂变径迹分析样品4块, 经样品分离、制片、在核反应堆上照射后, 测定了裂变径迹长度和裂变径迹年龄(表3), 对测试结果进行了分析。

贝尔凹陷裂变径迹年龄及裂变径迹长度随深度增加而减小(图3)。测试的4个样品的裂变径迹年

龄都小于其对应的地层年龄, 都受到退火作用。其中贝302井1162 m 样品裂变径迹年龄最大为91.7 Ma, 小于其地层年龄135~131 Ma, 已受到退火作用, 霍3井2210 m 样品裂变径迹年龄最小为37.7 Ma, 远小于其地层年龄, 在井深2500 m 裂变径迹年龄减小到零。因此深度小于1000 m 划分为未退火带, 1000~2500 m 为部分退火带, 2500 m 以下为完全退火带, 估算的退火温度约为70~125℃, 贝尔凹陷1000~2500 m 现今地温为43~93℃, 古地温明显高于今地温。根据裂变径迹资料估算的古地温梯度约为3.7℃/100m, 高于现今地温梯度值, 接近包裹体测温恢复的古地温梯度值。

表3 贝尔凹陷裂变径迹数据表

Table 3 Data of fission track in Beier depression

井号	井段/m	层位	颗粒数	径迹年龄	径迹长度
				/Ma	(μm)/个
霍1	1624	南屯组	21	73.1±5.5	10.0±2.6/105
霍3	2210	布达特群	20	37.7±4.6	7.2±2.2/18
贝301	1256	南屯组	10	80.0±2.3	10.7±2.3/104
贝302	1162	南屯组	19	91.7±2.7	11.9±2.4/107

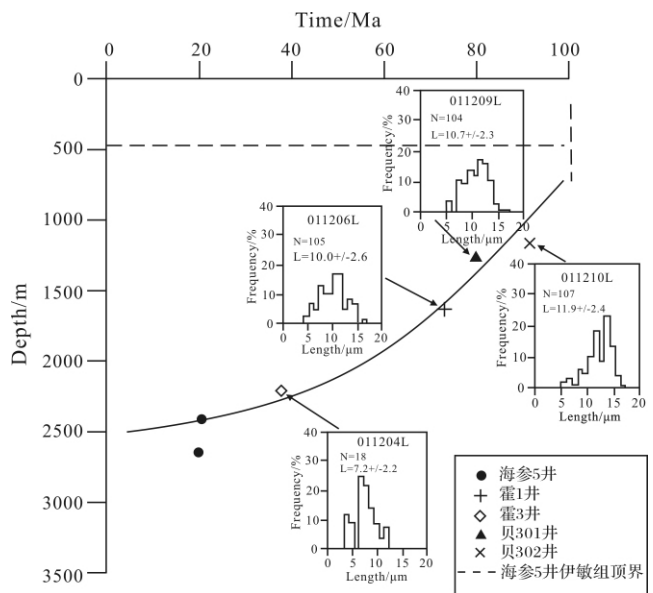


图3 贝尔凹陷磷灰石裂变径迹年龄与深度关系图

Fig. 3 Comparative graph of apatite fission track ages and depth in Beier depression

3.4 古地温梯度恢复

以上三种方法恢复的贝尔凹陷古地温明显高于现今地温, 恢复的古地温梯度值都高于凹陷的现今地温梯度值。其中包裹体测温和磷灰石裂变径迹法恢

复的古地温梯度一致性很好,而镜质体反射率法恢复的古地温梯度值较高,高于其它两种方法确定的地温梯度值 $3.7 \sim 4.5^\circ\text{C}/100\text{m}$,可作为贝尔凹陷古地温梯度的上限值。因此,贝尔凹陷早白垩世古地温梯度值在 $3.7 \sim 5.8^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。

三种方法恢复的古地温梯度值高于现今值,与早白垩世东北地区岩石圈处于伸展拉张减薄的构造背景相一致^[18]。早白垩世海拉尔盆地处于断陷发育时期,主要表现为强烈的断陷拉张作用,伴随有火山岩喷发,形成了很高的地温场背景,提高了下白垩统烃源岩的热演化程度。

4 热演化史与油气的关系

根据三种方法恢复的贝尔凹陷古地温梯度高于今地温梯度,烃源岩的热演化程度主要受古地温场控制。热史模拟结果表明最大古地温是在伊敏组沉积末期达到的。伊敏组沉积末期盆地经历了抬升剥蚀降温的过程,目的层温度逐渐降低,烃源岩生烃强度减弱。从古地温恢复的结果来看,海拉尔盆地贝尔凹陷早白垩世古地温梯度较高,为 $3.7 \sim 5.8^\circ\text{C}/100\text{m}$,古近纪以来地温梯度逐渐降低到 $3.35^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。贝尔凹陷主要烃源岩为铜钵庙组、南屯组和大磨拐河组。贝尔凹陷海参 5 井热演化史表明铜钵庙组烃源岩在大磨拐河组一段沉积晚期进入生烃门限,在伊敏组沉积早期进入生油高峰期;南屯组烃源岩在大磨拐河组沉积晚期进入生烃门限,在伊敏组二段沉积早期进入生油高峰期;大磨拐河组烃源岩成熟度较低,只有大磨拐河组下段的下部烃源岩在伊敏组沉积晚期进入生油门限,古近纪以来未进入生油高峰期;古近纪以来铜钵庙组烃源岩和南屯组烃源岩进入第二次生油高峰期(图 4)。德 3 井位于断陷边部,地层厚度小,埋藏浅,德 3 井热演化史表明铜钵庙组烃源岩在大磨拐河组沉积晚期进入生油门限,在青元岗组沉积晚期进入生油高峰期;南屯组烃源岩下部在第四纪以来进入生油高峰期,大磨拐河组烃源岩现今处于低成熟阶段,未进入生油高峰期(图 5)。

贝尔凹陷油气生排烃史模拟结果表明,贝尔凹陷的烃源岩在伊敏组沉积时期(距今约 120 Ma)开始进入了排烃门限,排烃门限为 1 800 m,且有效源烃源岩的排烃范围较大,在伊敏组二、三段沉积时期(距今约 105 Ma)烃源岩排烃进入高峰期。其中伊敏组二三段排烃量占总排烃量的近二分之一(图 6)。伊敏组沉积末期构造抬升剥蚀,烃源岩埋深变浅,生排烃

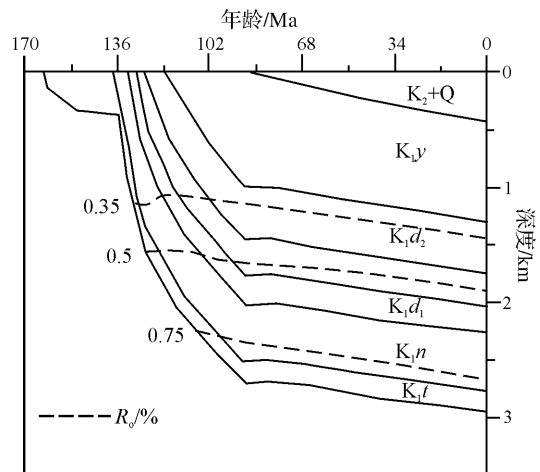


图 4 贝尔凹陷海参 5 井热演化史与油气关系图

Fig. 4 Relations of thermal history and oil-gas generation in Well Haishen 5 of Beier depression

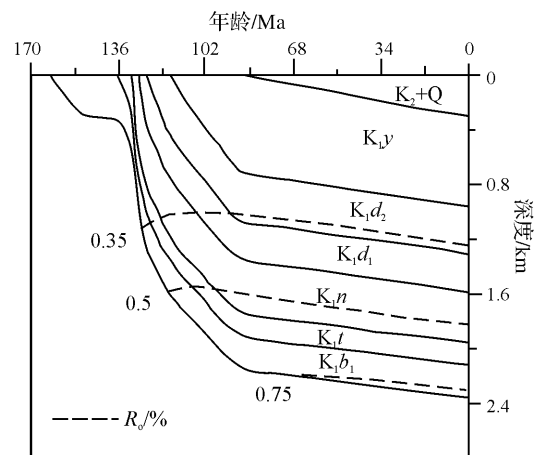


图 5 贝尔凹陷德 3 井热演化史与油气关系图

Fig. 5 Relations of thermal history and oil-gas generation in Well De 3 of Beier depression

过程减弱。从青元岗组沉积期到现今,排烃量是逐渐减小的。

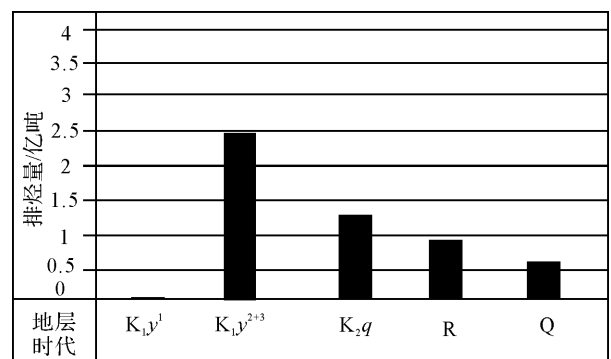


图 6 贝尔凹陷不同时期排烃量分布图

Fig. 6 Distribution graph of hydrocarbon expulsion volumes in different geological periods in Beier depression

贝尔凹陷主要生油层为下白垩统,从以上海参5井和德3井生烃史分析可以看出下白垩统铜钵庙组烃源岩和南屯组烃源岩主要生油期有两期:分别是早白垩世晚期及古近纪以来。大磨拐河组烃源岩成熟度较低,未进入生油高峰期。海拉尔盆地在伊敏组沉积之后发生抬生剥蚀,目的层温度开始降低,青元岗组沉积以来贝尔凹陷处于欠补偿状态,铜钵庙组和南屯组烃源岩由于埋藏深,仍然处于高成熟阶段,但生烃强度较第一次减小。大磨拐河组烃源岩由于埋藏浅,现今处于低成熟阶段,未达到生油高峰期。从热演化史与油气关系结合烃源岩排烃史可以看出贝尔凹陷油气生成期主要有两期,分别是早白垩世晚期及古近纪以来,且以早白垩世晚期为主要成藏时期,此时期为为烃源岩大量的生排烃高峰期,油气运移动力充足,油气主要为短距离侧向运移并聚集成藏,与贝尔凹陷含油储层自生伊利石年龄为93.73~98.74 Ma,油气成藏时期相当于伊敏组沉积时期一致(图6)。古近纪以来为第二次成藏阶段,由于发生构造抬升,目的层温度开始降低,生烃强度减弱,主要为早期形成油气藏的重新调整和二次生成的油气继续注入成藏。第二次成藏时期对贝尔凹陷油气藏形成起着非常重要作用,是制约油气富集的重要因素。

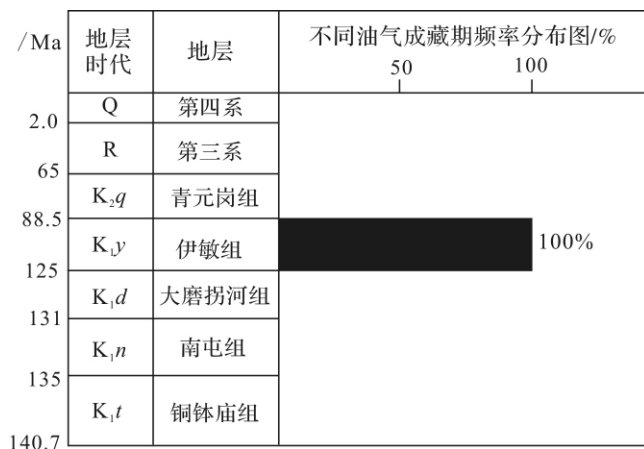


图7 贝尔凹陷伊利石测年频率分布图

Fig. 7 Frequency distribution of illite dating in Beier depression

5 结论

(1) 贝尔凹陷现今地温梯度较低,为3.35℃/100m,属于中温型地温场。早白垩世古地温梯度可达3.7~5.8℃/100m,古地温梯度高于现今地温梯度,古地温高于今地温。古地温恢复及热史模拟表明

最高古地温是在早白垩世晚期达到的,下白垩统烃源岩热演化程度主要受古地温场控制。

(2) 热演化史与油气关系研究结合烃源岩排烃史和伊利石测年结果表明贝尔凹陷油气成藏期主要有两期,分别是早白垩世晚期及古近纪以来,且以早白垩世晚期为主要成藏期。此时期为为烃源岩大量的生排烃高峰期,油气运移动力充足,油气主要为短距离侧向运移并聚集成藏。古近纪以来为第二成藏阶段,由于抬升剥蚀作用,目的层温度开始降低,生烃强度减弱,主要为早期油气藏的重新调整和二次生成的油气继续注入成藏。第二次成藏时期对贝尔凹陷油气藏形成也起着重要作用,是制约油气富集的重要因素。

参考文献(References)

- 1 任战利,刘池阳,张小会,等. 酒东盆地热演化史与油气关系研究[J]. 沉积学报, 2000, 18(4): 619-623 [Ren Zhanli, Liu Chiyang, Zhang Xiaohui *et al.* Research on the relations between geothermal history and oil-gas generation in Jiudong basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica 2000, 18(4): 619-623]
- 2 任战利. 鄂尔多斯盆地热演化史与油气关系的研究[J]. 石油学报, 1996, 17(1): 17-24 [[Ren Zhanli. Research on the relations between geothermal history and oil-gas generation in Ordos basin [J]. Acta Petroli Sinica, 1996, 17(1): 17-24]
- 3 冯乔,柳益群,张小莉,等. 叠合盆地的热演化史与油气生成——以吐鲁番—哈密盆地南部构造带为例[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(3): 268-273 [Feng Qiao, Liu Liqun, Zhang Xiaoli *et al.* Thermal evolution history and hydrocarbon generation in superimposed basin: Taking the southern structural zone in Turpan-Hanmi basin, Xinjiang as an example [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(3): 268-273]
- 4 任战利,刘丽,崔军平等. 盆地构造热演化史在油气成藏期次研究中的应用[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(4): 502-506 [[Ren Zhanli, Liu Li, Cui Junping *et al.* Application of tectonic-thermal evolution history to hydrocarbon accumulation timing in sedimentary basins [J]. Oil & Gas Geology 2008, 29(4): 502-506]
- 5 周江羽,吴冲龙,韩志军. 鄂尔多斯盆地的地热场特征与有机质成熟史[J]. 石油实验地质, 1998, 20(1): 20-24 [Zhou Jiangyu, Wu Chonglong, Han Zhijun. Geothermal field and maturing history of organic matter in Ordos basin [J]. Experimental Petroleum Geology, 1998, 20(1): 20-24]
- 6 袁彩萍,徐思煌. 西藏伦布拉盆地地温场特征及烃源岩热演化史[J]. 石油实验地质, 2000, 22(2): 156-160 [[Yuan Caiping, Xu Sihuang. Geothermal field and geothermal history of hydrocarbon source rocks in Xizang Lunpola basin [J]. Experimental Petroleum Geology, 2000, 22(2): 156-160]
- 7 张世焕,任战利,马团校,等. 吐鲁番—哈密盆地现今地温与油气关系研究[J]. 地质科学, 2000, 35(4): 432-440 [Zhang Shihuang, Ren Zhanli, Ma Tuanxiao *et al.* Research on the relations between present

- temperature and oil-gas generation in Tulufan-hami basin [J]. *Scientific Geological Sinica*, 2000, 35(4): 432-440]
- 8 王永新, 冯殿生, 汪集暘. 辽河盆地东部凹陷现今地温场及热历史的研究[J]. *地球物理学报*, 2003, 46(2): 197-202 [[Wang Yongxin, Feng Diansheng, Wang Jiyang. Research on geothermal field and geothermal history in east depression of Liaohe basin[J]. *Acta Geophysica Sinica*, 2003, 46(2): 197-202]
 - 9 吴乾蕃, 谢毅真. 松辽盆地大地热流[J]. *地震地质*, 1985, 7(2): 59-64 [Wu Qianfan, Xie Yizhen. The geothermal flux of Songliao basin [J]. *Seismic Geology*, 1985, 7(2): 59-64]
 - 10 任战利. 中国北方沉积盆地构造热演化史研究[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999 [Ren Zhanli. Research on Tectonic Geothermal History in Sedimentary Basins of the North China[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1999]
 - 11 崔军平, 任战利, 苏勇, 等. 海拉尔盆地现今地温与油气关系研究[J]. *石油勘探与开发*, 2007, 34(4): 445-450 [Cui Junping, Ren Zhanli, Su Yong *et al.* Research on the relations between present temperature and oil-gas generation in Hailaer basin [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2007, 34(4): 445-450]
 - 12 Barker C E, Pawlewicz M J. The correlation of vitrinite reflectance with maximum temperature in humic organic matter [J]. *Paleogeothermics, Lecture Notes in Earth Sciences*, 1986, 5 Springer-Verlag, Berlin, 79-93
 - 13 严永新, 李亚玉, 胡峻卿, 等. 应用流体包裹体研究内蒙古巴彦浩特盆地热演化史[J]. *现代地质*, 2002, 16(3): 288-291 [Yan Yongxin, Li Yayu, Hu Junqing *et al.* The application of the liquid enclosure to thermal history in the Bayahaote Basin in Inner Mongolia [J]. *Geoscience*, 2002, 16(3): 288-291]
 - 14 Gleadow A J W, Duddy I R, Lovering J F. Fission track analysis: a new tool for the evaluation of thermal histories and hydrocarbon potential [J]. *APEA Journal*, 1983, 23: 93-100
 - 15 Green P F, Duddy I R, Gleadow A J W *et al.* Apatite fission track analysis as a paleotemperature indicator for hydrocarbon exploration [C] // Naeser N D, McCulloch T H, eds. *Thermal History of Sedimentary Basin-methods and Case Histories*. New York: Springer-Verlag, 1989: 191-196
 - 16 康铁笙, 王世成. 地质热历史研究的裂变径迹法[M]. 北京: 科学出版社, 1991 [Kang Tiesheng, Wang Shicheng. *Fission Track is Method about Research on Geothermal History* [M]. Beijing: Science Press, 1991]
 - 17 任战利. 利用磷灰石裂变径迹法研究鄂尔多斯盆地地地热史[J]. *地球物理学报*, 1995, 38(37): 39-349 [Ren Zhanli. Thermal history of Ordos basin assessed by apatite fission track analysis [J]. *Acta Geophysica Sinica*, 1995, 38(37): 339-349]
 - 18 任战利. 中国北方沉积盆地热演化史的对比[J]. *石油与天然气地质*, 2000, 21(1): 33-36 [Ren Zhanli. Comparison of thermal evolution history in sedimentary basin of north China [J]. *Oil & Gas Geology*, 2000, 21(1): 33-36]
 - 19 肖晖, 任战利, 崔军平, 等. 孔雀河地区热演化史与油气关系研究[J]. *西北大学学报: 自然科学版*, 2008, 38(4): 631-636 [Xiao Hui, Ren Zhanli, Cui Junping *et al.* Relations between geothermal history and hydrocarbon generation in Kongquehe Area [J]. *Journal of Northwest University: Natural Science Edition*, 2008, 38(4): 631-636]
 - 20 Gleadow B S. Estimation of the Maximum Temperature Attained in Sedimentary Rocks [M] // Welte D H, eds. *Developments in Petroleum Geology*. London: Appl Scien Pub Ltd, 1983: 78-95
 - 21 任战利, 肖晖, 韩伟, 等. 孔雀河斜坡与库鲁克塔格构造—热演化史研究[J]. *西北大学学报: 自然科学版*, 2009, 39(3): 510-516 [Ren Zhanli, Xiao Hui, Han Wei, *et al.* Research on basin-mountain tectonic-thermal history of Kongquehe Slope and Kuruketag Uplift [J]. *Journal of Northwest University: Natural Science Edition*, 2009, 39(3): 510-516]

Study on the Relations between Geothermal History and Oil-Gas Generation in Beier Depression of Hailaer Basin

CUI Jun-ping REN Zhan-li CHEN Yu-lin

(State Key Laboratory of Continental Dynamics / Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069)

Abstract Beier depression is the highly explored depression in Hailaer basin with complete and thick sedimentary sequence. The producing oil condition is very excellent, and it is the main oil-gas depression in Hailaer basin. The main hydrocarbon source rocks is from the Nantun group, next is Damoguaihe group and Tongbomiaogroup. The average paleogeothermal gradient recovered by the vitrinite reflectance and homogenization temperatures of fluid inclusion and fission track method is about 3.7 ~ 5.8°C / 100m, it is obvious higher than present geothermal gradient 3.35°C / 100m, the paleotemperature is higher than present geothermal, the paleotemperature research and thermal history simulation show the max paleogeothermal value were reached in late Cretaceous, paleogeothermal field controlled maturity of hydrocarbon source rocks of Lower Cretaceous. Results of the geothermal history on the basis of illite dating results and hydrocarbon generated and hydrocarbon expelled process show that the forming time of oil-gas reservoirs have two

stages in Beier depression: late Cretaceous and early Tertiary. Late Cretaceous is the main stage for Beier depression. The second stage is early Tertiary, it happened Lifting disintegration function in the stage, the geothermal stratum temperature started to reduce, the intensity of hydrocarbon production began to weaken, on the one hand, the oil-gas reservoirs formed in the first stage was adjusted; on the other hand, it was the second formation process of oil-gas reservoirs. The second forming stage of oil-gas reservoirs is important for the formation of oil and gas reservoirs in Beier depression and also the important factor for oil-gas accumulation in Beier depression.

Key words Hailaer basin; Beier depression; geothermal gradient; apatite fission track; geothermal history

欢迎订阅《沉积学报》

《沉积学报》是中国矿物岩石地球化学学会沉积学专业委员会、中国地质学会沉积地质专业委员会、中国科学院兰州地质研究所共同主办的综合性学术刊物,是全国自然科学核心期刊。主要刊载沉积学、沉积矿产、地球化学以及相关分支学科、交叉学科的基础和应用基础研究的创新性研究成果和高水平论文,介绍沉积学研究的新技术、新理论及国内外最新沉积学论著,同时也报导有关学术活动、学科研究动态及学术思想的讨论和争鸣。优先发表国家、省、部级重大科技项目及基金资助的在沉积学、地球化学前沿各分支领域以及学科交叉点上有创造性的研究成果。读者对象为大专院校地学专业的师生及科研院所的地学工作者。

2006年起《沉积学报》改为双月刊,16开本,每期144页,逢双月10日出版,定价30元,全年定价180元。国内外公开发行,欢迎广大读者到当地邮局订阅。

国内邮发代号:54-45

国外发行代号:Q832

同时欢迎各位专家学者踊跃投稿。

网址: www.cjxb.ac.cn

地址:兰州市东岗西路382号中国科学院兰州地质研究所《沉积学报》编辑部

邮政编码:730000

联系电话:(0931)4960916 4960917 传真:(0931)8278667

Email: cjxb@ns.lzb.ac.cn